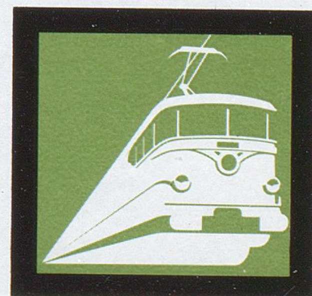
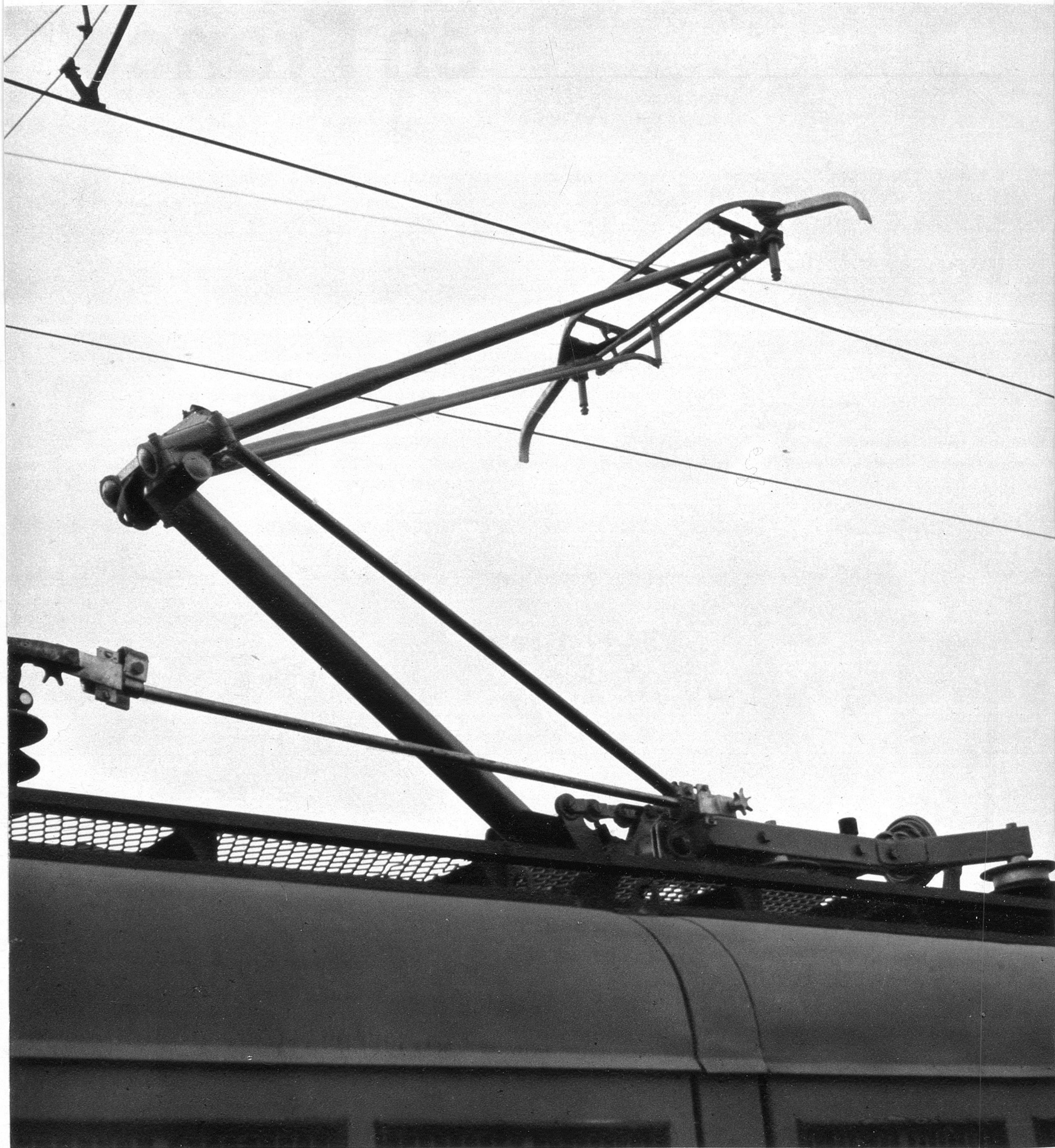


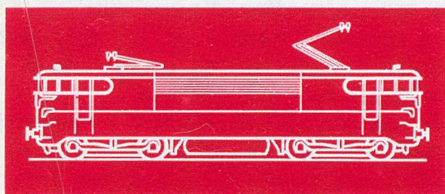
Les chemins de fer en France

Les chemins de fer en France

Société
Nationale
des
Chemins
de Fer
Français







Tous ceux dont l'intérêt est fidèlement attiré par l'évolution de notre monde ferroviaire — et ils sont nombreux, je crois — seront, après avoir pris connaissance de la nouvelle édition de cette brochure, très complètement initiés à nos problèmes, à nos difficultés comme à nos réussites, dans leur actualité et dans leurs perspectives.
M. Roger Guibert en fait ci-après une synthèse qui permet de parcourir d'un seul coup d'œil nos horizons. Je voudrais souligner, pour ma part, à vos yeux, dans le même panorama, que les progrès accomplis dans notre œuvre de modernisation, depuis la fin des années 50, époque à laquelle a paru la précédente édition de cette brochure, se caractérisent par l'amélioration continue de la qualité des services dispensés, tout autant que par l'accroissement de la quantité des trafics absorbés, dont témoignent les records battus sept années de suite (1958 à 1964).
Les efforts que nous avons orientés dans ce double but vont se poursuivre sans relâche ; nous en maintiendrons la cohérence et la convergence vers de nouvelles modernisations dont tous ceux qui ont recours au rail ne peuvent manquer de tirer le meilleur profit.
Elles sont d'autant plus indispensables que s'annoncent encore, par la voix des experts compétents, chargés de prospecter largement l'avenir, de substantielles augmentations de trafic tant voyageurs que marchandises, dont nous aurons notre part et dont il faudra bien assurer l'écoulement à travers le pays, ce qui ne saurait se faire sans un accroissement corrélatif du potentiel ferroviaire et une judicieuse répartition des moyens de renfort dans le périmètre de nos activités.
Je n'entreprendrai pas de dresser la liste des points où ces moyens sont le plus attendus dans cette corrélation avec les besoins futurs, mais je vous dirai, toutefois, que ce qui importe, c'est tout autant la bonne articulation de ces suppléments de ressources que leur valeur intrinsèque : le recours à la traction électrique ou diesel ne peut avoir ses pleins effets, sous ses différents aspects, que si derrière les nouvelles machines s'alignent des matériels remorqués adéquats et que le tout circule sur des voies susceptibles de soutenir des convois de plus en plus lourds et rapides, dans le cadre d'une signalisation au fonctionnement agile et sûr. De même, la cybernétique et l'automation, qui ont fait progressivement et rationnellement leur entrée dans le monde du rail et que nous sommes bien résolus à continuer de promouvoir, ne peuvent atteindre à leur complète efficacité que sur des terrains préalablement préparés et correspondant à la dimension de leurs interventions.

Nos programmes d'investissements reflètent cette préoccupation d'harmonisation de nos équipements. Celle-ci marche de pair avec le souci de ne pas enfreindre des impératifs économiques auxquels nous reconnaissons, comme à nos rapides dans la circulation, la priorité dans notre gestion.
Ces impératifs, cependant, quelle qu'en soit la rigueur, n'impliquent pas de renoncer à profiter des mutations que le Chemin de fer est susceptible de connaître encore, dans l'avenir ; je songe, en particulier, à l'aérotrain. On comprendrait mal qu'au moment où, précisément, certains réseaux étrangers se sont signalés par de remarquables exploits, où d'autres élaborent de nouvelles conceptions de l'instrument ferroviaire, fortement différenciées des structures des réseaux ferrés classiques, les Chemins de fer français, après avoir été à la pointe du progrès, se laissent distancer ou handicaper sur le terrain des réalisations nouvelles, dans la mesure, du moins, où celles-ci se révèlent incontestablement rentables.
Et, puisque je parle de handicap, on me permettra d'exprimer l'espoir d'en voir disparaître un autre que le Chemin de fer supporte par rapport aux entreprises de transport concurrentes et qui tient à ce qu'il a perdu de l'héritage d'une période déjà reculée dans l'histoire du rail, son monopole de fait, mais qu'il a conservé le poids majeur des obligations du service public, qui restreignent à maints égards sa liberté d'action et contribuent à obérer ses prix de revient. Il n'est pas question pour lui, certes, de se dérober à ces servitudes ; mais, si elles étaient davantage assouplies et si leur incidence financière était suffisamment compensée par l'État, elles se désigneraient moins comme l'une des principales causes de nos difficultés budgétaires.
Ces difficultés sont trop souvent mises en balance avec nos résultats pour que je ne saisisse l'occasion d'affirmer ici que la gestion de notre entreprise assurerait solidement notre équilibre si celui-ci ne devait être élaboré en fonction d'éléments qui sont beaucoup trop composites, sinon contradictoires.
J'en viens, sur ce chapitre, à demander à nos lecteurs de ne pas associer à la notion de Chemin de fer moderne des éléments d'appréciation susceptibles d'en déformer l'image, à la manière des projections défilant dans la Caverne de Platon, mais de bien vouloir considérer au grand jour nos réalités telles qu'elles se dégagent, objectivement, du contenu de cette brochure.
Ils se feront, de la sorte, une idée bien nette de ce qu'ils obtiennent de nous dans le présent et de ce qu'ils peuvent en attendre dans l'avenir.

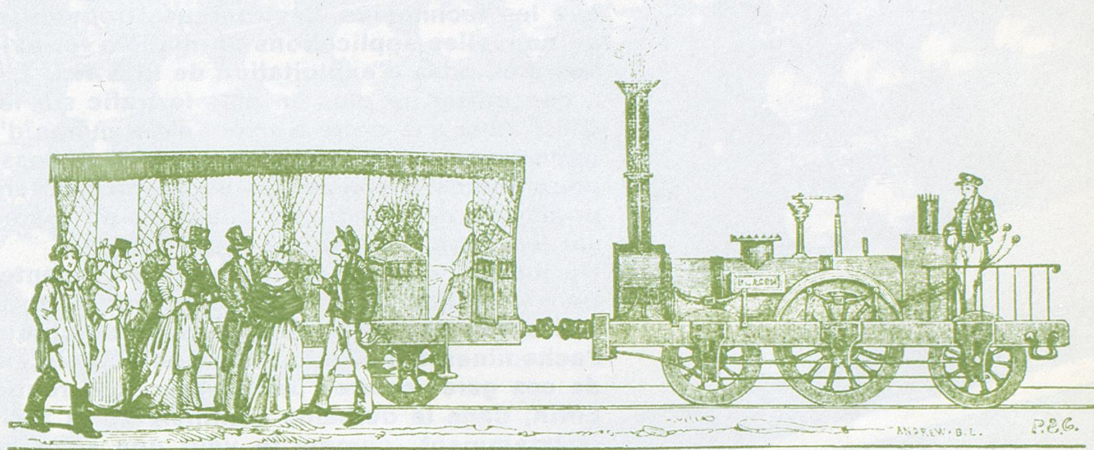
A. Ségalat
Président du Conseil d'Administration de la S.N.C.F.

Par tous les temps, le chemin de fer assure
les transports indispensables à la vie du pays.



Le chemin de fer conduit partout en France, des rivages marins au cœur des massifs montagneux et jusqu'au pied du Mont Blanc.





Depuis 1959, année où fut publiée la précédente édition des « Chemins de Fer en France », la S.N.C.F. a beaucoup évolué, tant sur le plan technique que sur le plan commercial et la présente édition fait le point des progrès réalisés depuis lors.

En ce qui concerne la technique, les lecteurs de cette brochure verront, notamment, que la modernisation de notre matériel moteur doit aboutir rapidement à la disparition totale de la locomotive à vapeur puisqu'en 1966, la traction électrique a acheminé déjà plus de 70 % du trafic et la traction diesel 10 %. Cette traction moderne se caractérise par des vitesses et des puissances toujours plus élevées, bien que son coût ne cesse de diminuer.

Le matériel de transport acquiert chaque jour plus de confort, ainsi qu'en témoignent les voitures du Trans Europ Express Paris-Bruxelles-Amsterdam qui présentent de nouveaux progrès par rapport aux rames de nos rapides Paris-Lille et du Mistral, déjà fort appréciées de notre clientèle. En témoignent également les nouveaux wagons-restaurants dont la S.N.C.F. a pris la construction à son compte et qui sont équipés du conditionnement d'air et d'un outillage ultra-moderne pour la préparation des repas.

Le souci d'adaptation de la S.N.C.F. aux désirs des voyageurs trouve une récompense encourageante dans le développement remarquable d'une formule nouvelle de transport offerte aux automobilistes, à savoir le train autos couchettes.

C'est le même désir de mieux satisfaire les besoins particuliers de la clientèle, notamment en matière de manutention, qui est à l'origine de la tendance à l'augmentation du nombre des wagons spéciaux pour le transport des marchandises. D'une manière plus générale, les caractéristiques d'une partie du parc ont déjà été sensiblement améliorées à la faveur de la construction de wagons neufs ou de modernisation de wagons anciens, ce qui a rendu possible, en particulier, la création, en avril 1961, du train Provence-Express qui alimente la Région Parisienne en fruits et légumes du Midi dans d'excellentes conditions de rapidité, puisqu'il effectue le trajet Orange-Paris à une vitesse commerciale proche de 100 km/h.

Quant à l'attelage automatique, dont l'étude continue de faire des progrès sur le plan européen, sa mise en œuvre chez nous ouvrira l'ère d'un chemin de fer à même d'augmenter fortement le tonnage de ses trains, le rendement de ses triages et la sécurité de son personnel.

Enfin, les lecteurs ne manqueront pas d'observer que les techniques électroniques trouvent, chaque jour, de nouvelles applications en matière ferroviaire.
Les méthodes d'exploitation de la S.N.C.F. tendent, de leur côté, à concentrer de plus en plus le trafic sur les artères principales.
C'est ainsi que notre Société est à même d'offrir, sur des relations importantes à faible prix de revient, la possibilité aux camions poids lourds d'utiliser des plates-formes ferroviaires pour la partie principale de leur trajet, allégeant du même coup la circulation sur les grands itinéraires routiers.
De même, en matière de colis, une récente et profonde transformation de notre organisation a eu pour résultat une concentration du trafic sur un nombre réduit de gares-centres, l'acheminement terminal étant effectué « en surface » autour de ces gares-centres par des services routiers.
Enfin, dans le domaine commercial, la S.N.C.F. poursuit constamment, comme le veut une saine gestion industrielle, l'adaptation de sa tarification à un régime concurrentiel.
De très importantes réformes ont eu lieu à ce titre en 1962 et en 1965.
L'évolution en matière de technique, de méthodes d'exploitation, de tarifs a été l'œuvre commune de l'ensemble du personnel qui s'y est attaché, soit en la concevant, soit en s'y adaptant avec le cœur et le dévouement qui ont traditionnellement fait la réputation du cheminot.
La S.N.C.F. se trouve de la sorte en mesure de mettre à la disposition de l'économie française un outil de travail à la puissance et à la productivité accrues, d'autant plus que le trafic a sensiblement augmenté depuis 1959 et que le transport ferroviaire reste, en France, une industrie à rendement croissant.
Le chemin de fer a conscience de remplir pleinement la mission de service public dont il est le seul mode de transport à supporter toutes les obligations. Mais il demande, comme l'indique dans sa préface M. le Président Ségalat, que ces obligations soient adaptées aux conditions d'une économie concurrentielle.
Lorsqu'il en sera effectivement ainsi, il pourra, avec une exploitation sans doute plus concentrée, mais correspondant mieux à ses possibilités, achever d'acquérir une nouvelle jeunesse et faire face, avec des moyens qui sont bien loin d'être saturés, aux développements de trafic que doivent normalement entraîner l'expansion économique de la France et l'accroissement des échanges internationaux dans le cadre du Marché Commun.

R. Guibert
Directeur Général de la S.N.C.F.



208
210+
212
215
217
226
227
257+
259
261
263
275
601
117
240
126
128
C25
D25
E25
111
211
113
213
120
220
122
222
130
230
131
231
133
233
135
235
141
241
143
243
145
245
C.119
C.121
C.123
C.125
C.127
C.120
C.130
C.132
C.134
C140.C142
C.146
C.150
C.203
C.205
C.217
C.204

Cette brochure paraît quelques mois après que s'est tenue à Paris, sous le patronage des plus hautes autorités de notre pays, la XIX[e] Session de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer, dont les travaux, groupant les délégués de plus de cinquante administrations ferroviaires, ont attesté avec éclat la vitalité du chemin de fer dans le monde.
De cette vitalité la présente brochure porte témoignage pour ce qui concerne le réseau national.
Le lecteur y constatera que, confronté aux bouleversements d'un siècle où ont sans cesse battu les portes de l'histoire, le chemin de fer, se libérant des techniques anciennes, a su se donner un nouveau visage, éclairé de pensée et de foi, si bien que sous une même dénomination déjà largement séculaire, fonctionne aujourd'hui une organisation totalement rénovée, faisant appel aux techniques les plus avancées et aussi loin de la machine de Stephenson que celle-ci pouvait l'être des diligences.
Le vieux chemin de fer est mort; un nouveau est né, porté sur « les ailes étincelantes de la science ». Il représente un instrument vraiment moderne, un outil puissant, souple et efficace, apte à assurer au mieux dans toutes les circonstances de la vie nationale — et l'on ne peut jamais exclure les pires — le rôle de service public qui est à la fois sa nature et sa vertu.
Sans doute le chemin de fer connaît-il actuellement, et partout dans le monde, des difficultés financières. Pour notre pays, les résultats d'exploitation ne sont certes pas à la mesure des réussites techniques et ils sont loin de répondre à nos efforts et à nos espérances. Mais, et M. le Président Ségalat l'a souligné dans sa préface, les chiffres comptables, ces chiffres stratifiés d'un compte d'exploitation toujours embourbé de passé, déjà encombré d'avenir, qui opprime et emprisonne le flux divers et vivant qui anime l'entreprise, ne donnent de la réalité qu'une image déformée et, en tout cas, partielle.
Outil économique et social au service de la Nation, la S.N.C.F. ne peut être jugée comme une entreprise privée.
Gestionnaire d'un service public, elle assume des charges et obligations particulières dont sont exempts les autres moyens de transport, ses concurrents. De plus, ses résultats d'exploitation — on le sait — sont étroitement fonction de l'activité économique et des finances nationales. Retracer l'histoire financière du chemin de fer, c'est toujours côtoyer de très près celle du pays.
Pour nous en tenir à ces toutes dernières années, après avoir payé d'abord un lourd tribut à la conjoncture inflationniste, la S.N.C.F., dans une économie que, voici trois ans, le soudain blocage des prix a comme cabrée sous le mors, acquitte encore le prix de la stabilisation, ses tarifs n'ayant évidemment pu suivre l'évolution de ses dépenses.
En fait — je l'écrivais en novembre 1964, et je n'aperçois pas de raisons de ne pas le maintenir aujourd'hui — en dépit des chiffres et de l'apparence assez inflexible que revêt leur rigueur, la situation de l'entreprise reste foncièrement saine et les résultats d'exploitation ne tarderaient pas à se redresser si venaient à s'effacer les circonstances exceptionnelles qui, depuis de longs mois, ont pesé sur sa gestion.
Partout d'ailleurs — ce n'est pas contesté — le chemin de fer connaît un regain de faveur. Plus on avance, plus il est nécessaire.
On revient à lui là même où on l'avait délaissé; on le ressuscite ou on le réinvente. Un simple regard sur le monde, de nos voisins d'Europe au Japon, et aux Etats-Unis pays d'élection de l'automobile, montre les progrès qu'il est en train d'accomplir et ceux plus considérables encore auxquels il est promis

à brève échéance, en même temps que son rôle accru dans la vie économique et sociale des Etats.
Car ces immenses progrès déjà réalisés sont bien loin d'avoir épuisé la faculté de renouvellement du rail. Disposant toujours de très larges possibilités de perfectionnement, il peut encore devenir tout autre et tout autrement neuf. Vitesse et masse, concepts vedettes de la science d'aujourd'hui, porteurs de techniques merveilleuses, prestiges de ce temps et promesse de prodiges et de sortilèges pour les années à venir, conviennent en effet parfaitement au chemin de fer, industrie de grandes dimensions et de grands nombres et champ d'application privilégié des sciences de pointe. Ainsi apparaît-il, dans sa marche puissante, fonçant dans le futur, plus que jamais mêlé, comme eût dit Supervielle, à la courbure des mondes.
Pour notre entreprise, on peut imaginer des lendemains aussi riches de réalisations que le passé en fut fécond. Tout l'y entraîne : sa tradition, son esprit, son ordre, que découvre et recouvre le réseau national, un peu semblable à cet autre que propose au regard et à la pensée, la nuit, la géographie des étoiles, le sens de l'intérêt général qu'elle a toujours, après tout et au fond de tout, l'ambition de servir, enfin le dévouement, l'effort, l'intelligence technique de tout un personnel passionné d'invention, tenté par le difficile et qui aima toujours d'y engager sa peine et son avenir.

J. Antonini
Secrétaire Général de la S.N.C.F.

Sommaire

13 Les installations fixes
15 La voie courante
16 La voie moderne
19 Le renouvellement mécanisé des voies
21 La plate-forme
23 Les appareils de voie
24 Les gares
26 Les prix

29 Le matériel roulant
31 Le matériel moteur
31 La machine à vapeur
33 La traction électrique
35 La traction électrique en courant continu 1 500 volts
35 Les sous-stations
35 La locomotive électrique à 1 500 volts
38 La traction électrique en courant industriel
42 La traction diesel
45 Les autorails
47 Le matériel remorqué
47 Le matériel de transport des voyageurs
52 Le matériel à marchandises
59 La réparation du matériel

61 L'exploitation technique
63 Le programme des circulations
63 Les horaires
64 L'exécution du programme des circulations
64 Les mesures de sécurité
68 La régulation
69 Le service des voyageurs
74 Le service des marchandises
77 Les gares de triage
78 Le cerveau du triage, le PCT
79 La concentration des triages
79 La répartition des wagons vides

81 Recherche scientifique et progrès technique
85 L'électronique au service du chemin de fer

91 L'action commerciale
93 L'action commerciale et le service des voyageurs
94 Les tarifs
96 Les services complémentaires et terminaux
97 L'action commerciale et le service des marchandises
97 Les tarifs
98 Le porte à porte
100 Les poids lourds express
102 La desserte en surface et les gares-centres
102 La SCETA

103 La vocation internationale du chemin de fer

109 Le personnel
111 L'organisation de la SNCF
111 Le statut du personnel
114 La gestion du personnel
119 L'organisation médicale et sociale

122 Conclusion

Les installations fixes

1

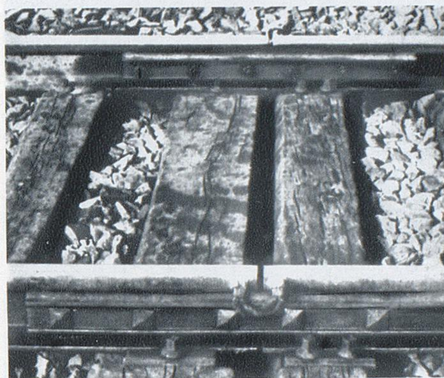


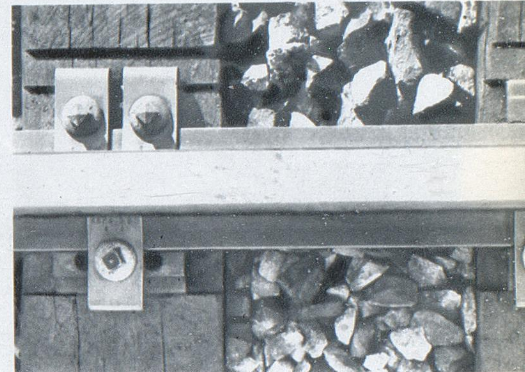
Les installations fixes

1. Déjà plus de 10 000 kilomètres de voies sont constituées par des rails soudés de grande longueur (de 800 m à plusieurs kilomètres).

2. La « voie classique » est faite de rails assemblés par des éclisses que fixent des boulons.

3. La « voie moderne » est faite de rails soudés fixés sur les traverses au moyen d'attaches doublement élastiques.


2


3

La voie courante

Le transport de masses importantes, avec des efforts de traction aussi faibles que possible, suppose d'abord une table de roulement lisse, dure et uniforme, et des tracés s'écartant le moins possible de l'horizontale. De là découle la contexture de la voie.
La table de roulement, dure et lisse, est obtenue au moyen de barres d'acier appelées rails. La résistance au roulement est ainsi très réduite puisqu'il suffit, en palier, d'une force de 3 kg pour tirer une charge d'une tonne et même d'une force à peine supérieure à 1 kg lorsqu'il s'agit de matériel moderne et de fortes charges par essieu. Pour un véhicule routier sur pneus, cette résistance au roulement est de 20 kg par tonne.
Le rail a le plus souvent 18 m de long (il peut aussi être livré en longueurs de 36 m) : il pèse de 46 à 60 kg par mètre. Les traverses — la plupart sont en bois dur (chêne ou hêtre), mais on utilise également des traverses en acier et en béton armé — maintiennent l'écartement des rails, à savoir 1,435 m entre bords intérieurs, et répartissent les efforts verticaux sur le sol. La voie moderne comporte, en général, pour les lignes à grand trafic, 1 722 traverses au km. Les traverses sont encastrées dans du ballast, pierres concassées de 5 à 6 cm, dont le rôle est de répartir les charges et de s'opposer aux glissements, par exemple en cas de freinage.

Les points délicats de la voie.

La voie ainsi conçue a deux points délicats : l'attache du rail à la traverse d'une part, le « joint » entre deux rails successifs d'autre part.

L'attache du rail à la traverse.

Le problème avait été résolu autrefois au moyen d'un « coussinet », dans lequel le rail, de profil sensiblement symétrique, était bloqué au moyen de coins. Mais le battement inévitable du rail sur le coussinet au passage des trains donnait une voie « bruyante » et de surcroît le prix de revient de ce système était assez élevé. Aussi, la voie sur coussinets fit-elle de plus en plus place à la voie dite « Vignole », dans laquelle le rail comporte un patin qui est appliqué directement sur la traverse par de grosses vis appelées « tirefonds ». Mais là encore, la solution n'était pas parfaite. Le rail, au passage des trains, prenait un léger jeu qui lui permettait de glisser sous l'effet des chocs et des efforts de freinage, et on a dû réaliser des dispositifs « anticheminants » qui ancraient le rail aux traverses.

Le joint.

Deux rails successifs doivent être rigoureusement alignés. C'est au joint qu'est dévolu ce rôle. Mais il constitue nécessairement un point faible de la voie. C'est aux joints que l'on doit le traditionnel et monotone « papam-papam », régulier comme un métronome.

La voie moderne



4

Mais peut-être avez-vous, au cours d'un voyage, constaté avec étonnement l'arrêt brusque du métronome. A peine toutes les trente secondes, un léger bruit rappelait-il l'ancien choc du joint : vous veniez d'entrer sur une section de voie moderne, posée en « barres longues » avec attaches élastiques.
Nous avons vu les défauts de la fixation du rail à la traverse. L'attache élastique résout ces difficultés. Dans ce système, le rail repose sur la traverse — ou sur la « longrine » — par l'intermédiaire d'une semelle en caoutchouc et il est rigoureusement serré sur cette semelle par un ressort que maintient un tirefond ou un boulon. Ainsi, le rail ne bat plus sur la traverse et ne risque plus de glisser. Ce système permet de surcroît l'usage de supports en béton, beaucoup plus durables que les traverses en bois, mais dont, autrefois, les systèmes d'attache ne résistaient pas aux vibrations.
Ce serrage énergique donne, en outre, une voie extrêmement solide, qui permet, sans risque de déformations, de faire supporter au rail les contraintes qu'entraîne la dilatation du métal les jours de grande chaleur. Cela a permis de souder les rails en barres de grande longueur (800 m le plus souvent mais aussi 1 500 m et même davantage) et de réduire ainsi considérablement le nombre des joints.
Cette nouvelle technique procure non seulement un accroissement considérable du confort, mais aussi de sérieuses économies d'entretien, les chocs aux joints fatiguant particulièrement la voie et le matériel roulant. Il existe actuellement sur la S.N.C.F. 10 000 km de voies mises en service selon ce nouveau procédé depuis 1951. Chaque fois que les caractéristiques d'une ligne s'y prêtent, le renouvellement des voies est réalisé en « longs rails soudés » sauf dans les zones de gares et dans les courbes de faible rayon où l'on utilise des barres de 36 m.
Enfin, le nivellement de la voie est parachevé au moyen du « soufflage mesuré ». Cette technique consiste à introduire sous la traverse une quantité de gravillons exactement dosée pour réaliser, après tassement, un nivellement exact avec une précision de l'ordre du millimètre.

4. Un rail de grande longueur ou « barre longue » comporte à chaque extrémité un joint en biseau qui permet au métal de se dilater.

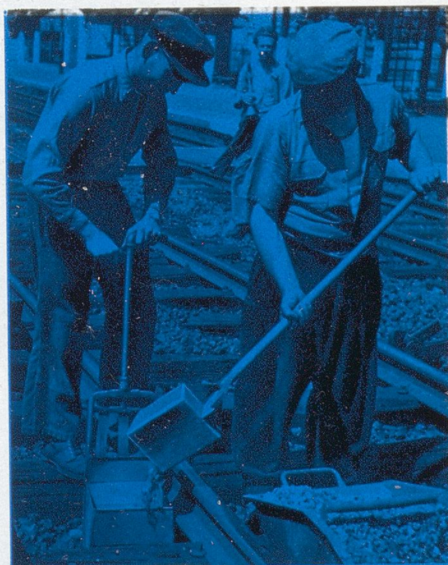
5. Les rails de la « voie moderne » peuvent être fixés non seulement sur des traverses en bois, mais aussi sur des traverses mixtes acier et béton ou en béton précontraint.

6. La pelle doseuse sert à glisser sous chaque traverse la quantité de gravillons nécessaire pour obtenir un bon nivellement. C'est l'opération de « soufflage mesuré ».

7. Avant de procéder au « soufflage mesuré », la hauteur de relevage de la voie est déterminée par une opération simple et précise.



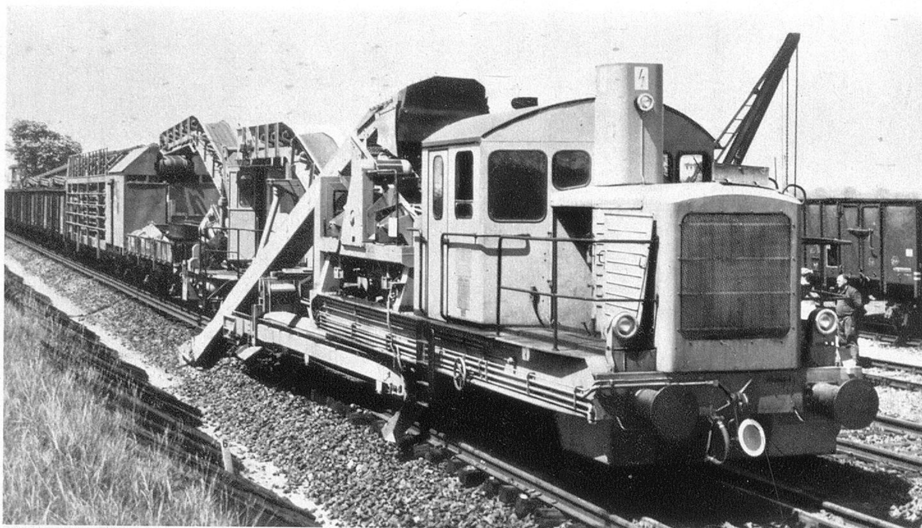
5



6



7



8

9

8. Le renouvellement mécanisé d'une voie commence par l'épuration du ballast au moyen d'une « dégarnisseuse-cribleuse ». Après criblage, la machine remet en place le ballast réutilisable.

9. Wagon-poutre de pose ou de dépose d'éléments de voie.

Le renouvellement mécanisé des voies

L'entretien des voies représente pour la S.N.C.F. une charge importante : plus de 10 % des dépenses totales de la S.N.C.F. Comme c'est un travail pénible, on a tendance à le mécaniser et on emploie à cet effet un outillage moderne : tirefonneuses, bourreuses, dégarnisseuses, etc.

Quant au renouvellement des voies, on peut dire qu'il est passé par les trois étapes de l'évolution générale de l'outillage : individuel avec la pioche, individuel mécanisé avec l'engin muni d'un moteur à essence que l'on déplace le long des voies et qui augmente la puissance de l'homme, enfin mécanisation du chantier lui-même, exigeant des méthodes entièrement nouvelles, adaptées à un outillage puissant.

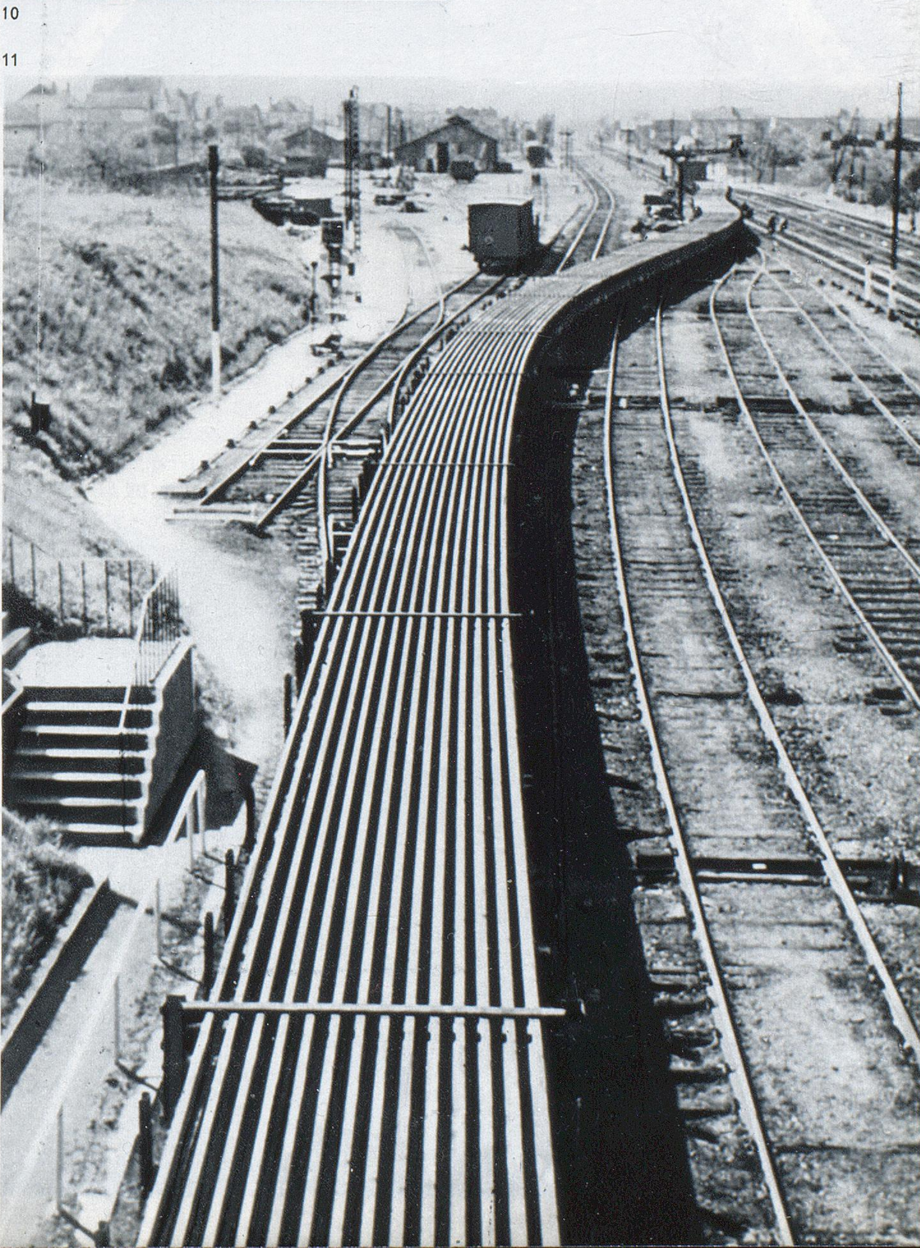
Les plus récents procédés de renouvellement font appel à des engins mécaniques particulièrement importants et perfectionnés : « dégarnisseuse-cribleuse » pour l'épuration du ballast, « wagon-poutre de pose » déplaçant et posant à l'avancement des panneaux de voie pré-assemblés (rails, attaches et traverses), rames spécialisées pour le transport des éléments de voie montés avec télécommande des dispositifs de translation des panneaux de voie vers l'engin de pose...

Les opérations manuelles pénibles sont pratiquement éliminées et les rendements s'en trouvent considérablement augmentés. La cadence de renouvellement qui était déjà de 800 m par jour avec les techniques et matériels mécanisés des années 1950/60, avoisine 2 000 m avec la méthode dite « à avancement rapide » employée depuis 1962.

Tous ces procédés exigent la mise hors service de la voie à renouveler pendant les opérations de dépose et de pose, mais l'augmentation de la cadence journalière limite dans le temps la gêne apportée au service des trains. Sur les lignes à double voie, des dispositifs de sécurité appropriés permettent d'ailleurs de circuler dans les deux sens sur la voie restée libre.



10



11

10. Par soudure alumino-thermique on assemble sur place les éléments de barres longues (270 m) afin de constituer des longs rails soudés de 800 m à plusieurs kilomètres.

11. Les éléments de barres longues sont amenés sur le chantier de renouvellement par trains sur des wagons plats aménagés.



12
13



12. Dans les courbes, pour lutter contre la force centrifuge, les deux rails d'une même voie sont placés à des niveaux différents, le rail extérieur étant légèrement plus haut ; c'est ce qu'on appelle le « dévers ».

13. En montagne, pour éviter des rampes trop fortes, la voie ferrée présente de nombreuses courbes.

14. Un des chefs-d'œuvre d'Eiffel : le viaduc de Garabit, entièrement métallique, long de 560 m, enjambe la vallée de la Truyère à 122 m au-dessus de la rivière.

15. Actuellement certains grands ponts sont construits en béton précontraint. Celui de la Voulte, sur le Rhône, d'une longueur de près de 300 m, en cinq portées, est le plus long des ouvrages ferroviaires réalisés selon cette technique.

La plate-forme

La voie repose sur une plate-forme qui constitue son infrastructure et détermine son tracé : courbes et rampes.

Les courbes.

Le profane pense souvent que le train reste sur les rails grâce au boudin des roues : ce n'est en réalité qu'un dispositif complémentaire. C'est parce que le bandage est conique qu'il est possible de guider le matériel sur les rails comme on fait rouler un tonneau sur un poulain. Les roues sont calées sur l'essieu et, dans les courbes, il faut que la roue extérieure, qui parcourt un trajet plus long, roule sur une circonférence de plus grand rayon. C'est la conicité du bandage qui y pourvoit sur toutes les courbes qui sont franchies en vitesse. La force centrifuge impose des courbes de grand rayon : pour circuler à 120 km/h, un rayon minimum de 750 m est nécessaire ; mais, même à faible vitesse, on ne peut descendre au-dessous d'un rayon de 150 m.

Malgré cela, la vitesse des trains oblige à incliner les courbes : cette inclinaison s'appelle le dévers. Un autre élément du confort dans les courbes est le « raccordement parabolique » qui consiste à diminuer progressivement le rayon de courbure de manière à passer sans à-coup d'une partie de voie en alignement droit à une autre en courbe plus ou moins accentuée. Lorsque au volant de votre voiture vous prenez un virage en manœuvrant votre volant avec douceur, de manière à passer peu à peu de la ligne droite au virage, vos pneus tracent sur le sol un « raccordement parabolique ».

Ainsi, dans un train qui roule à 140 km/h, peut-on écrire lisiblement dans son compartiment et, au wagon-restaurant, ne pas renverser le contenu de son verre.

Les rampes.

Le précieux avantage d'une faible résistance au roulement peut devenir, au gré du relief, un sérieux handicap : ainsi, dans une rampe de 1 %, le camion voit la résistance à l'avancement s'accroître d'environ 40 %, alors que pour la locomotive l'effort qu'exige la remorque du train peut être multiplié par un coefficient de l'ordre de 7 à 8 et des rampes de 7 à 8 %, courantes sur les routes, sont absolument prohibitives pour le chemin de fer. Aussi, celui-ci a-t-il pris l'habitude de mesurer ses déclivités en « pour mille ». Une ligne à bon tracé telle que Paris-Bordeaux-Bayonne, ne dépasse pratiquement pas des rampes de 5 ‰ ; Paris-Limoges-Toulouse se limite à 10 ‰ et les lignes de montagne à voie normale ont des rampes de l'ordre de 25 ‰ avec un maximum de 43 ‰ en traction électrique (transpyrénéens).

Des courbes aux proportions majestueuses, des rampes peu agressives, ces conditions font comprendre que la voie ferrée normale ne peut « coller au sol » comme la route qui peut s'accommoder à la rigueur de rayons de 15 m et de rampes de 20 % (l'autoroute est évidemment plus exigeante). Et tout cela a conduit à la réalisation d'ouvrages d'art prestigieux où l'on retrouve souvent le nom d'Eiffel.

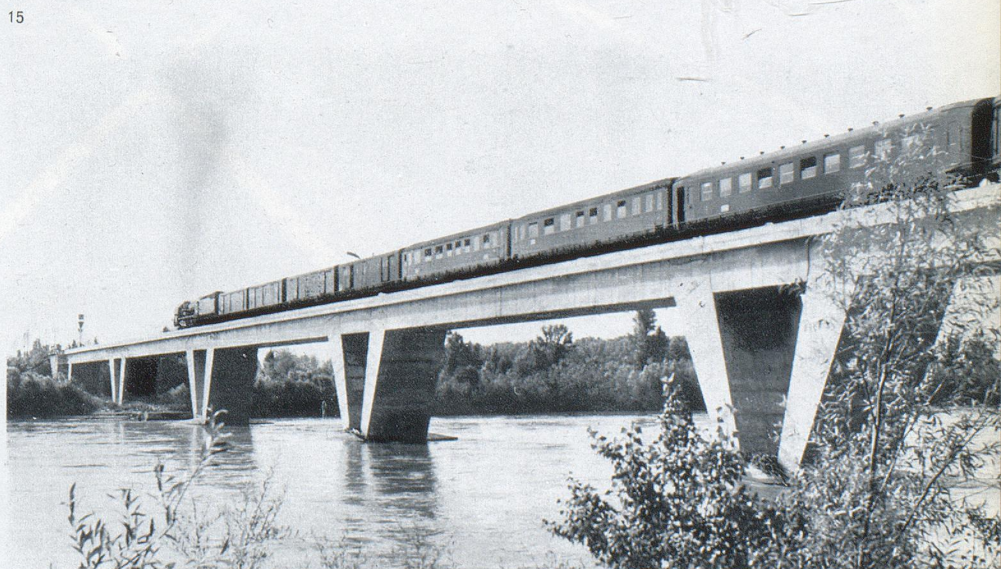
Plus près de nous, la reconstruction des ouvrages détruits par la guerre a posé de difficiles problèmes. Les ingénieurs ont su mettre à profit toutes les ressources de la technique moderne pour intégrer au paysage la ligne des ouvrages reconstruits.

Parmi les ouvrages d'art, les tunnels méritent une mention particulière. Leur percement a posé des problèmes délicats et ardus : 84 tunnels représentent au total 23 km sur le trajet de 107 km entre Monistrol-d'Allier et Sainte-Cécile-d'Andorge (ligne des Cévennes) ; le tunnel du Somport a près de 8 km, celui du Mont-Cenis 14 km, etc. Et on ne sait ce qu'il faut admirer le plus, de l'audace de ceux qui, comme Eiffel, montèrent leur gigantesque meccano à 100 m au-dessus des vallées ou de ceux qui s'enfoncèrent dans l'étouffante température de certaines galeries souterraines (55° au percement du Simplon).

14



15



16

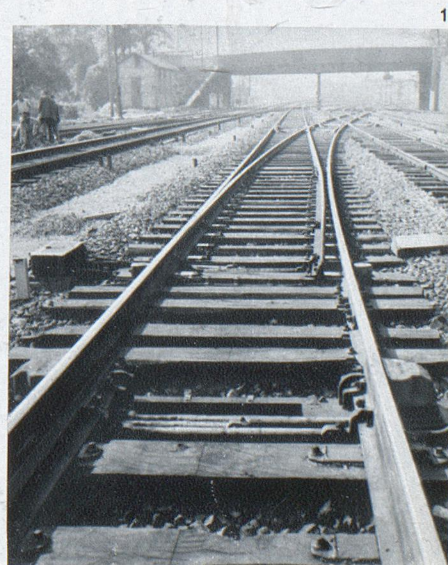


Les appareils de voie

16. Complexité des aiguillages dans une grande gare.
17. Aiguillage.

Il faut, au gré des nécessités de l'exploitation, pouvoir passer d'une voie sur l'autre. C'est ce que permettent les « appareils de voie », plus couramment désignés sous le nom d' « aiguillages ». Il y a deux types d'appareils fondamentaux : la traversée ordinaire et le changement de voie.
La traversée ordinaire permet le cisaillement de deux voies sans communication de l'une à l'autre. Une lacune est ménagée dans chacune des files de rails pour le passage des boudins de roues circulant sur l'autre file. Un contre-rail assure le guidage de l'essieu au passage de la lacune. Le « cœur » de la traversée (intersection des rails de chaque voie) est constitué par un appareil monobloc en acier au manganèse particulièrement résistant.
Le changement de voie, qui permet de passer d'une voie sur l'autre, se compose essentiellement de deux lames d'aiguilles pouvant coller alternativement contre l'un ou l'autre rail et dont des tringles de liaison maintiennent l'écartement. La file de rail, qui se détache vers l'intérieur de la voie, va nécessairement cisailler l'autre file de rail comme dans une traversée ordinaire.
Cependant, les problèmes posés par la lacune sont ici d'autant plus délicats que, la branche déviée de l'appareil ne pouvant avoir un rayon de courbure inférieur aux fatidiques 150 m, l'angle sous lequel se cisaillent les deux files de rails est toujours très petit. Circonstance aggravante : les deux files de rails qui se cisaillent devant être au même niveau, on ne peut donner à cette courbure le dévers voulu. Aussi, sur les appareils ordinaires, la vitesse sur la branche déviée est-elle limitée à 30 km/h. Et vous comprenez maintenant pourquoi votre train — qui franchit les aiguillages des petites gares sur la branche directe à 140 km/h — entre sur l'itinéraire sinueux des grandes gares avec une sage lenteur. Cependant, certains appareils spéciaux permettent le franchissement sur les deux branches à des vitesses pouvant aller jusqu'à 120 km/h, mais leur prix autant que leur encombrement en limitent l'emploi.
Tous les autres appareils de voie plus complexes sont des combinaisons des deux types fondamentaux ci-dessus. Les aiguillages peuvent être manœuvrés au moyen de tringles rigides ou de fils d'acier. Mais ces systèmes, bien que sûrs, ne sont plus guère utilisés que dans les installations secondaires, car ils ne permettent pas d'actionner les aiguillages éloignés des postes de manœuvre. Dans les installations de quelque importance la manœuvre des aiguilles est réalisée à l'aide de moteurs électriques. Toutes les commandes peuvent être alors concentrées dans un poste central même pour les installations les plus vastes ou les plus complexes.

17



Les gares

Si la petite gare n'offre — dans sa simplicité champêtre — aucun sujet d'étonnement, la grande gare, par contre, avec ses enchevêtrements de voies, ses nombreuses manœuvres, paraît au voyageur un monstre quelque peu mystérieux. La gare a un double rôle : technique et commercial. Son rôle technique consiste à assurer la circulation des trains, à les recevoir, à les former, à les expédier à la minute voulue. Son rôle commercial consiste à assurer la liaison avec le client. En schématisant à l'extrême, on peut dire que son rôle technique est rempli sur les voies, son rôle commercial dans les bâtiments.
Les voies doivent permettre les mouvements des trains et des manœuvres avec le minimum de cisaillements. Dans les grandes gares, un « chef de circulation » règle l'écoulement des trains et les manœuvres ; il donne, en cas d'incident, les ordres pour en réduire les conséquences au minimum. De son bureau, placé en un endroit ayant une bonne visibilité, il est relié par téléphone, interphone et haut-parleur avec les points vitaux de la gare et notamment les postes d'aiguillage.
Si les bureaux réservés au trafic marchandises n'ont pas d'autres impératifs que de rendre le plus pratique possible les contacts avec la clientèle, nous insisterons, par contre, sur la complexité d'une grande gare de voyageurs. Dans le grand hall sont installés les services de vente de billets, les bureaux de renseignements et de réservation des places. Non loin se trouvent les guichets d'enregistrement des bagages et la « consigne automatique » ; à la sortie, le service des voitures sans chauffeur. Mais il y a aussi les nombreux services annexes placés là pour la commodité du voyageur : buffet, bibliothèque et bureau de tabac, télégraphe et téléphone, porteurs, éventuellement bureau de change et boutiques diverses (coiffeur, fleuriste, etc.).
Dans une grande gare, tout est étudié pour éviter les rencontres entre les principaux courants de la foule des voyageurs et — plus encore — les cisaillements par le mouvement des trains : aussi les grandes gares de passage comportent-elles des souterrains qui garantissent la sécurité des voyageurs.
Ainsi, la grande gare, par les commodités qu'elle offre aux voyageurs, contribue à l'agrément, au confort et à la sécurité du voyage en chemin de fer.

18



18. La gare de Trouville-Deauville construite en s'inspirant de l'architecture locale.

19. La nouvelle gare d'Artix.

20. Une gare récemment construite : Soissons.



19

20

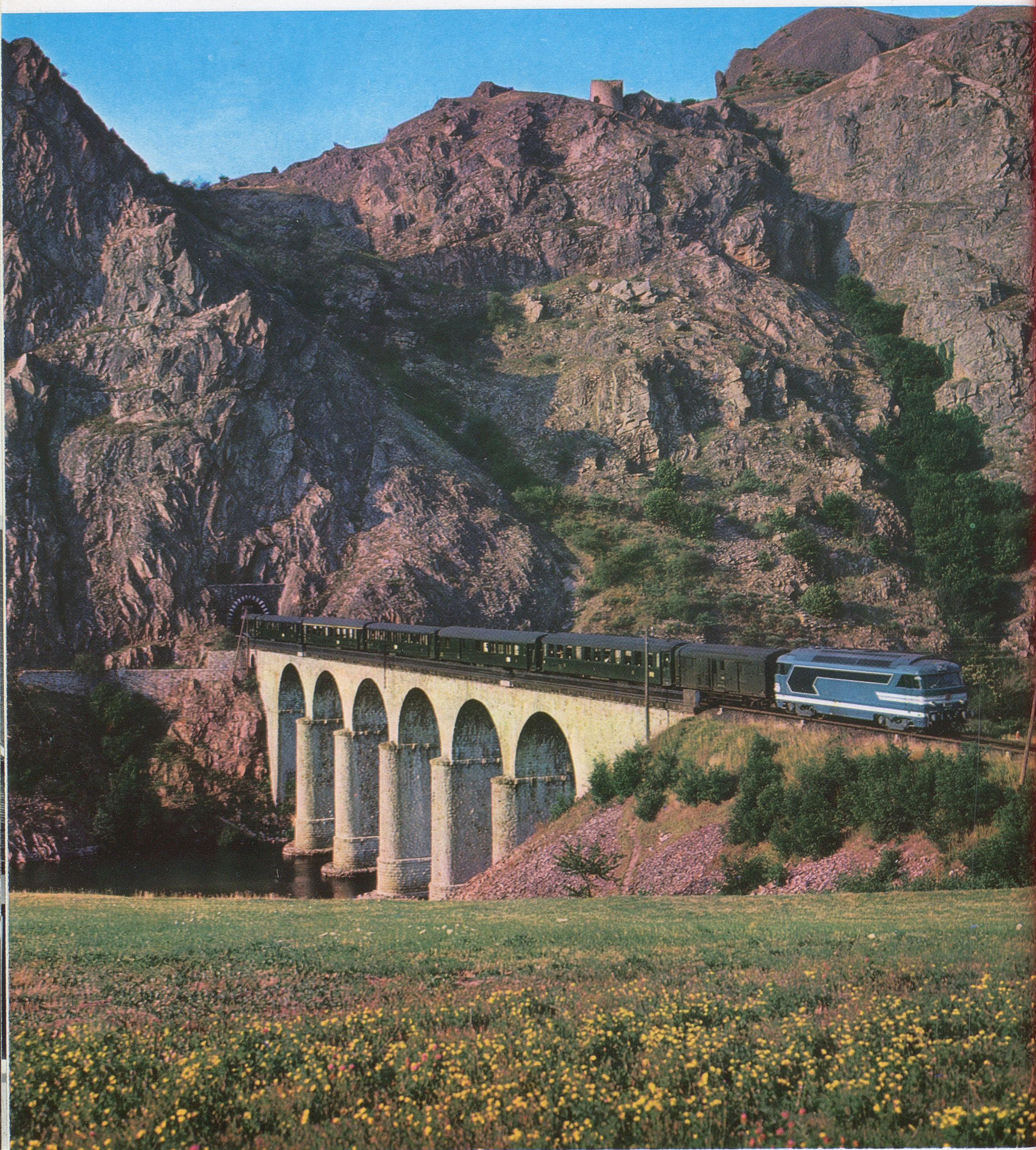
Les prix

Avant de quitter le domaine des installations fixes, il n'est pas inutile d'indiquer quelques prix. Sachons qu'un rail coûte environ 33 F au mètre, une traverse en bois 27 F et un aiguillage simple ordinaire 14 000 F (en 1965).
L'entretien courant de 1 km de voie sur une ligne importante s'établit à environ 13 600 F par an. Le renouvellement d'une voie au moyen de l'outillage moderne que nous avons décrit revient à environ 159 000 F au km, matériel compris.
Ces chiffres suffisent à montrer l'importance des dépenses d'infrastructure dont la réduction est un des grands soucis du chemin de fer.
Pour les petites lignes à très faible trafic, il n'y a plus lieu, avec les possibilités qu'offrent l'automobile et le camion, de maintenir une voie pour acheminer quelques dizaines de voyageurs ou quelques dizaines de tonnes de marchandises par jour.
Sur des lignes plus fréquentées, mais seulement d'importance moyenne, on peut, grâce à la puissance des engins de traction modernes qui permettent, à trafic égal, de réduire le nombre des trains, grâce aussi aux progrès de la signalisation qui permettent d'obtenir un débit accru des lignes à voie unique avec une parfaite sécurité, faire parfois de l'exploitation à voie unique sans nuire à la qualité du service, là où il fallait autrefois des doubles voies. On réalise ainsi d'importantes économies.
Par contre, sur les très grandes artères à double voie, la mécanisation de l'entretien, l'amélioration de la qualité de la voie, permettent de réduire les dépenses d'infrastructure qui restent extrêmement faibles, eu égard au trafic. Et il coûte moins cher d'entretenir la voie du chemin de fer qu'il en coûterait d'entretenir la route ou le réseau de routes capable du même débit en voyageurs ou en marchandises.

Aux abords d'une grande gare
les voies d'accès sont nombreuses
et leur schéma très complexe.



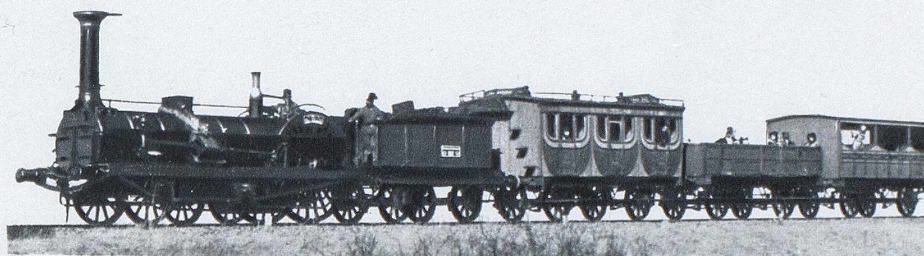
Tunnels et viaducs se succèdent continuellement sur la ligne des Cévennes, une des plus caractéristiques d'un parcours montagneux.



Le matériel roulant


231E23

Le matériel roulant



2

Le matériel moteur

Les véhicules de chemin de fer doivent satisfaire à certaines conditions d'encombrement (gabarit), d'inscription dans les courbes et de charge par essieu : toutes les grandes lignes admettent des essieux chargés à 20 tonnes ; cette limite s'élève à 23 tonnes sur quelques artères à gros trafic comme Paris-Marseille, Orléans-Poitiers, Paris-Calais et Thionville-Mulhouse.

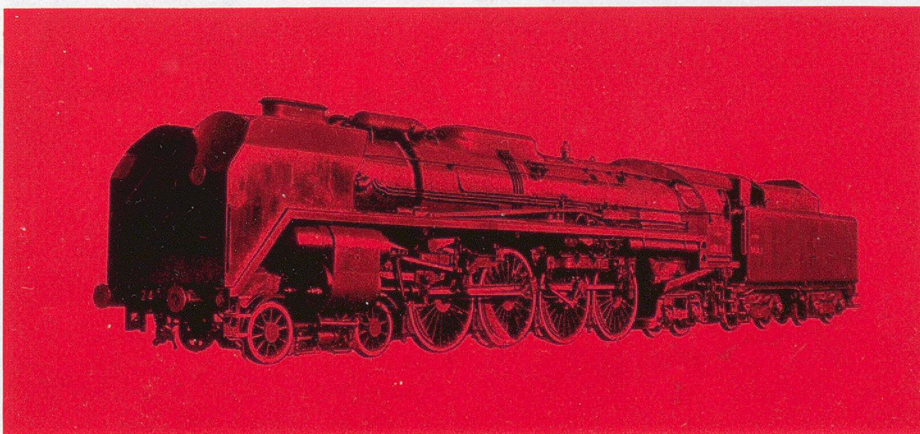
Le matériel moteur a suivi l'évolution d'ensemble qui, pour des raisons de rendement et de commodité d'exploitation, a orienté l'industrie tout entière vers les formes modernes d'énergie : électricité et pétrole. Le nombre des locomotives à vapeur ne cesse de diminuer pour faire place aux locomotives électriques ou diesel. Sur les grandes artères, on a recherché un équipement puissant, capable de produire, en grande quantité, des tonnes-km : c'est le domaine d'élection de la traction électrique. Sur les autres lignes, la S.N.C.F. développe la traction diesel.

La machine à vapeur

La locomotive à vapeur a reçu, pendant plus d'un siècle, de nombreux perfectionnements (double expansion, surchauffe, réchauffage de l'eau d'alimentation, larges circuits de vapeur, etc.) qui lui ont permis de passer des 330 kW de la Crampton de 1850 aux 2 500 kW de la 241 P de 1948. Enfin, le « traitement intégral Armand », traitement chimique des eaux d'alimentation, inventé et mis au point par l'ancien Président de la S.N.C.F., a supprimé l'entartrage et la corrosion des chaudières.

Mais la machine à vapeur a toujours été une grosse consommatrice de charbon. Son rendement moyen ne dépasse pas 5,5 % et elle exige des charbons de qualité qui méritent d'être destinés à de meilleurs usages. Enfin, les servitudes : prises d'eau, nettoyage du feu, graissage, etc., réduisent le parcours journalier réalisable. A la date du 31 décembre 1966 il n'existait plus que 1 500 locomotives à vapeur assurant seulement 12 % du trafic.

3



1. Ce que l'on ne verra bientôt plus sur le réseau français : des locomotives à vapeur qui, pendant plus d'un siècle, ont tant contribué à l'essor du chemin de fer (ci-contre).

2. Une des premières locomotives à vapeur : la Crampton (milieu du XIXe siècle).

3. Une des dernières locomotives à vapeur construites en France : la 242 A (puissance : 2 940 kW).

Électrification du réseau français

Lignes électrifiées en courant continu.

Lignes électrifiées en courant alternatif :

au 1er janvier 1966,

en cours d'électrification.

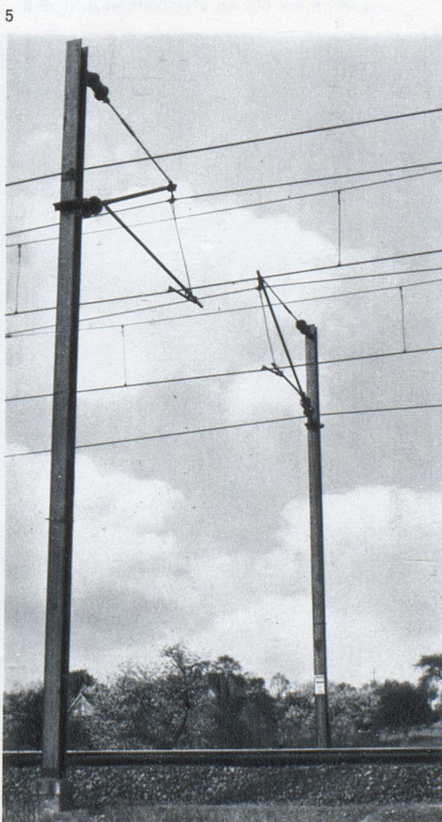


La traction électrique

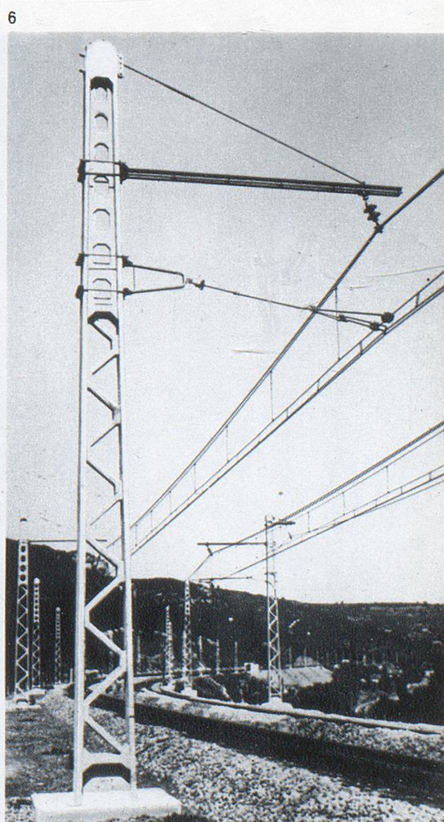
Avec 2 061 locomotives et 503 automotrices, la traction électrique assure sur 22,8 % de la longueur totale des lignes de la S.N.C.F. plus de 72 % du trafic. Ces chiffres mettent en évidence la vocation de la traction électrique pour l'équipement des lignes à très fort trafic.
Soulignons que par l'intermédiaire de l'électricité, le chemin de fer utilise presque toutes les formes de l'énergie : charbon, fuel et gaz dans les centrales thermiques, énergie hydraulique et demain énergie des marées, enfin, de plus en plus énergie nucléaire.
L'électrification peut être réalisée en utilisant soit le courant continu, soit le courant alternatif monophasé. La première technique bénéficie de la remarquable aptitude à la traction du moteur série à courant continu. Mais ce courant doit être fourni à la machine sous la tension même où celle-ci le consomme et qui ne peut pratiquement dépasser 3 000 volts. Pour transporter une puissance importante, sous cette tension, il est nécessaire d'installer une caténaire de forte section et des sous-stations nombreuses et coûteuses.
Le courant alternatif permet d'abaisser la tension sur la machine même et d'alimenter, sous tension élevée, les caténaires qui peuvent être alors légères et économiques. Mais ce n'est qu'à une époque récente (après 1950) que, sous l'impulsion de M. Louis Armand, la S.N.C.F. et les Constructeurs Français ont réussi à mettre au point des locomotives à courant monophasé à 50 hertz, comparables et souvent même supérieures aux meilleures locomotives à courant continu. L'électrification à haute tension (25 kV) en courant industriel a pu alors se développer largement en France et dans de nombreux pays.

5. 6. L'électrification en courant monophasé à 25 000 volts, 50 périodes par seconde (50 Hz) (photo de gauche) permet de réaliser des installations plus légères que celles des lignes à courant continu (photo de droite).

5



6



7. 8. L'alimentation en courant monophasé permet aussi d'installer des sous-stations plus simples, comme en témoignent les deux photos ci-dessous représentant, en haut, une sous-station de la ligne Paris-Lyon (courant continu 1 500 volts) et, en bas, une sous-station de la ligne Le Mans-Rennes (courant monophasé 25 000 volts, 50 Hz).

7

8

La traction électrique en courant continu 1500 volts

Les sous-stations

Les sous-stations, distantes de 8 à 25 km selon les circonstances, comportent obligatoirement un transformateur abaisseur de tension et un redresseur. Pour cette conversion, les machines tournantes (commutatrices) d'autrefois sont remplacées par des redresseurs statiques : d'abord à vapeur de mercure et maintenant à semi-conducteur mettant en œuvre des diodes au silicium. L'appareillage des sous-stations (interrupteurs, sectionneurs, etc.) a fait lui aussi beaucoup de progrès dans le sens de l'allégement et de la simplification.

La locomotive électrique à 1500 volts

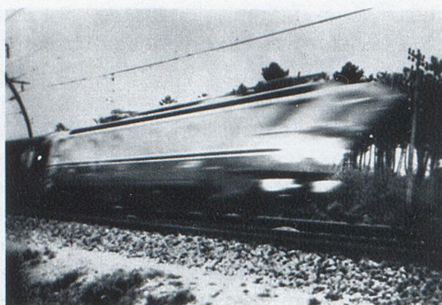
Les locomotives électriques à grande puissance et grande vitesse, construites jusque vers 1950, avaient leur masse (140 t) répartie entre des essieux moteurs (poids adhérent) et des essieux purement porteurs, tandis que les locomotives à marchandises ou mixtes étaient « à adhérence totale ». Depuis lors, l'accroissement de la puissance massique des moteurs et l'amélioration du « guidage » des essieux dans la voie ont permis d'adopter la formule de l'adhérence totale pour tous les types de locomotives. C'est ainsi qu'est née la CC de 3 500 kW et d'une masse de 107 t. De nouveaux progrès ont permis ensuite d'obtenir une puissance de près de 4 000 kW avec les BB 9 200 à 4 essieux seulement et d'une masse de 82 t, susceptibles de remorquer des trains de 1 000 t à 160 km/h en palier ou de 700 t à 130 km/h en rampe de 8 °/₀₀. Ces locomotives — dont les deux dernières, les BB 9 291 et 9 292 d'une puissance de 4 300 kW peuvent circuler à la vitesse de 250 km/h — montrent bien l'objectif essentiel qui a guidé l'évolution des locomotives électriques : réaliser — à puissance égale — des machines moins lourdes, donc moins chères.

9. Les locomotives à courant continu BB 9200, de 82 tonnes, peuvent remorquer des rapides à la vitesse maximale de 200 km à l'heure.

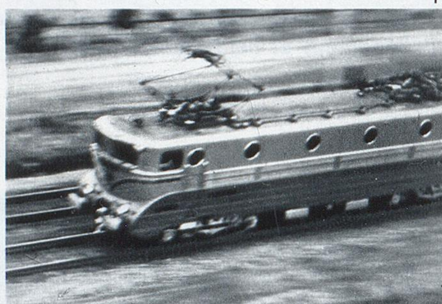
9



Un nouveau progrès a été marqué par l'apparition du bogie monomoteur à double rapport d'engrenages. Ce bogie, dans lequel les essieux sont couplés par les engrenages, est très favorable à l'adhérence et son adoption entraîne une simplification sensible du câblage. C'est sur ce principe que sont construites les BB 8 500 dont les premières unités sont sorties en 1964 ; ces locomotives pour services mixtes de 2 940 kW et d'une masse de 79 t sont, en fait, des machines universelles par la possibilité de passer, en quelques minutes et à l'arrêt, du régime « marchandises » limité à 90 km/h au régime « voyageurs » dont la vitesse maximale est de 150 km/h. Ces locomotives dérivent des machines bi-courant BB 25 500 par suppression des organes spécifiquement monophasés.



10
11



10. 11. Les 28 et 29 mars 1955, deux locomotives électriques françaises : la CC 7107 et la BB 9 004 ont atteint la vitesse de 331 km à l'heure, record mondial de vitesse sur rail.

12



13

12. Sur les lignes à courant monophasé 25 000 volts, 50 Hz, les rapides sont remorqués par des locomotives BB 16 000, d'un poids de 84 tonnes et d'une puissance de 4 130 kW (5 600 ch).

13. Les locomotives électriques BB 16 500 (à courant monophasé 25 000 volts, 50 Hz), munies d'un double rapport d'engrenages, peuvent remorquer aussi bien des trains de voyageurs, de grandes lignes et de banlieue, que des trains de marchandises.

14. Les locomotives électriques du type CC 14 000 remorquent les trains lourds (charbon ou minerai) sur les lignes du Nord et de l'Est, électrifiées en courant monophasé.

14



La traction électrique en courant industriel

La seule critique qui peut être faite à la traction en courant continu résulte de l'importance des installations fixes qu'elle nécessite, de sorte qu'elle n'est pleinement rentable que sur les lignes consommant au moins 450 t de charbon par an et par km.

Par la possibilité de distribuer le courant à une tension de 25 000 volts la traction électrique en courant monophasé permet d'alléger considérablement les caténaires et d'espacer de 40 à 100 km les sous-stations réduites elles-mêmes à un simple transformateur. Ces sous-stations sont souvent installées à proximité d'un poste E.D.F.

Les locomotives à courant monophasé ont bénéficié, d'emblée, des perfectionnements apportés aux machines à courant continu et toutes sont à « adhérence totale ». Après essai étendu de locomotives à moteurs monophasés « directs » et de locomotives à convertisseurs tournants monophasé-continu et monophasé-triphasé (ces locomotives sont toujours en service) c'est la solution à redresseurs statiques qui s'est imposée, d'abord avec des redresseurs à vapeur de mercure, et depuis quelques années, avec des redresseurs « secs » au silicium.

Le parc de locomotives monophasées de la S.N.C.F. est donc composé principalement de locomotives à redresseurs. Parmi les locomotives à bogies bimoteurs et à redresseurs statiques, figurent les types suivants :

— BB 12 000 à redresseurs ignitrons ou au silicium, de 85 t et d'une puissance de 2 470 kW pouvant atteindre 120 km/h ;

— BB 16 000 à redresseurs ignitrons d'une masse de 84 t et d'une puissance de 4 130 kW, pouvant circuler à 160 km/h et plus spécialement destinées à la remorque des trains rapides lourds ;

— BB 16 500 équipées de redresseurs ignitrons, excitrons ou au silicium, d'une masse de 70 t et d'une puissance de 2 580 kW. Le changement de rapport d'engrenages de leurs bogies monomoteurs, manœuvrable à l'arrêt, leur permet d'atteindre 90 km/h en régime marchandises et 150 km/h en service voyageurs ;

— BB 17 000 à redresseurs au silicium dérivant directement des précédentes, avec une puissance et une masse un peu plus élevées (2 940 kW et 79 t, 90 km/h en régime marchandises et 150 km/h en service voyageurs).

Le développement des électrifications en courant monophasé a multiplié les points de jonction entre lignes électrifiées selon des systèmes différents. La solution des gares commutables dont les installations caténaires peuvent être alimentées à volonté par une nature de courant déterminée, est assez onéreuse et implique des relais de locomotives ; on préfère désormais, tirant parti des progrès réalisés en électrotechnique, utiliser des locomotives polycourant pouvant remorquer des trains à pleine puissance sous deux, trois ou quatre sortes de courant (compte tenu des besoins de l'interpénétration sur les réseaux voisins : 3 000 V belge et 15 kV 16 2/3 Hz allemand et suisse).

La S.N.C.F. dispose ainsi de 4 locomotives bi-fréquences, à 25 000 V, 50 Hz - 15 000 V, 16 2/3 Hz, de 2 locomotives tricourant fonctionnant sur le courant monophasé à 25 000 volts 50 hertz et sur les courants continus à 1 500 volts et 3 000 volts (ce dernier courant est utilisé par la Belgique et l'Italie) et de nombreuses locomotives bicourant (25 000 volts 50 Hz et courant continu 1 500 volts) appartenant aux séries BB 25 100, BB 25 200 et BB 25 500.

Les deux premières séries sont équipées de redresseurs au silicium et de bogies bimoteurs. Elles ont une masse de 84 t et une puissance de 3 400 kW en courant continu et de 4 130 kW en courant monophasé. Leur vitesse maximale est de 130 km/h pour les BB 25 100 et de 160 km/h pour les BB 25 200.

Les locomotives BB 25 500 d'une masse de 79 t sont de la même famille que les 8 500 à courant continu et les 17 000 à courant monophasé et comportent comme elles des bogies monomoteurs à double rapport d'engrenages leur permettant d'atteindre 90 km/h en régime marchandises et 150 km/h en régime voyageurs. Leur puissance atteint 2 940 kW.

Enfin, en 1964, la S.N.C.F. a mis en service des locomotives quadricourant, les CC 40 100 de 107 t et 3 670 kW à double rapport d'engrenages : 160 km/h ou 240 km/h. Elles utilisent au choix les courants continus à 1 500 ou 3 000 volts, ou les courants alternatifs à 15 000 volts 16 2/3 Hz ou 25 000 volts 50 Hz. Ce sont ces machines qui remorquent, en particulier, les trains Trans-Europ-Express, reliant Paris à Bruxelles en 2 h 30 à 124 km/h de moyenne.

15



15. Eléments automoteurs pour les lignes de banlieue électrifiées en courant monophasé 25 000 volts, 50 Hz.

16. La locomotive électrique BB 17 000 (courant monophasé 25 000 volts, 50 Hz) dérive de la BB 16 500. Munie comme celle-ci d'un double rapport d'engrenages, elle a une puissance d'environ 3 000 kW (4 000 ch). Son poids est de 79 tonnes.



16

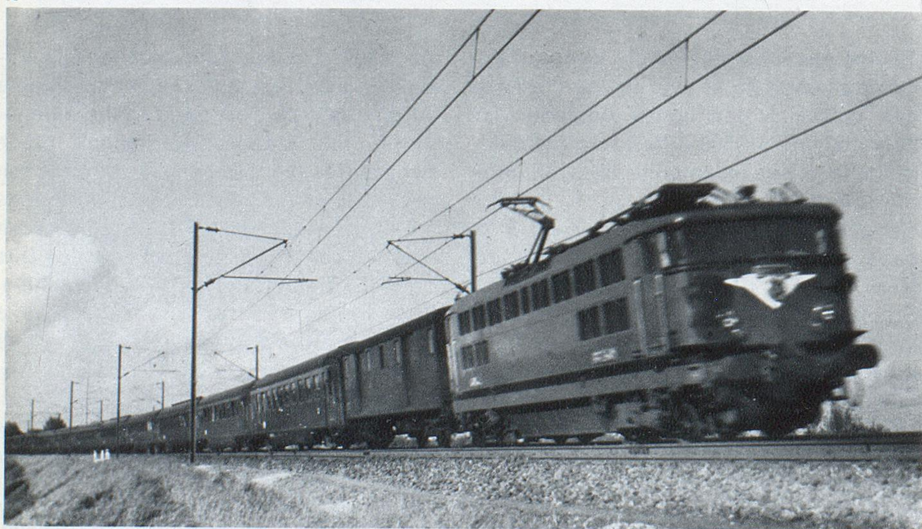
Toutes ces locomotives ont donné d'excellents résultats et sauf le cas d'antennes reliées à des lignes équipées en courant continu 1500 volts, toutes les électrifications nouvelles sont faites en courant industriel à 25 kV.
Cette technique française, qui est à la base de l'électrification des lignes du Nord et de l'Est, Paris-Lille, Paris-Strasbourg, Paris à la frontière belge, a débordé le cadre national pour être appliquée dans des pays aussi divers que l'Argentine, la Grande-Bretagne, l'Inde, le Japon, le Luxembourg, le Portugal, la Turquie et même la Chine et l'U.R.S.S. Elle permet à la S.N.C.F. de remorquer des trains de marchandises de 3 600 t, sous une caténaire extra-légère, avec un abaissement sensible du prix de transport de la tonne kilométrique. Elle s'étend maintenant, grâce aux progrès réalisés dans la construction des locomotives polycourants, aux lignes prolongeant des artères électrifiées en courant continu à 1 500 volts telles que Le Mans-Rennes et Marseille-Vintimille.
Pour certains Services voyageurs il a été estimé préférable de substituer des rames automotrices aux rames remorquées par des locomotives. C'est ainsi que pour la desserte voyageurs des lignes électrifiées en courant continu 1 500 V autour de Lyon et de Béziers, la S.N.C.F. a mis en service des automotrices Z 7100

dites « Tous Services » de 940 kW pouvant être associées à des remorques d'autorails.
En citant pour mémoire les éléments automoteurs à courant continu à 750 volts, la desserte de la banlieue parisienne est assurée par des éléments automoteurs Z 5100 ou Z 5300 sur les lignes équipées en courant continu 1 500 volts et par des éléments automoteurs Z 6100 sur les lignes équipées en courant monophasé 25 kV 50 Hz. L'élément Z 5100 est composé d'une automotrice à deux bogies moteurs et de deux remorques dont l'une avec cabine de conduite.
La motrice est équipée de 4 moteurs de traction développant une puissance continue de 890 kW. La vitesse maximale de l'élément est de 120 km/h. Les éléments Z 5300, destinés à la région Sud-Ouest, sont également en acier inoxydable mais comprennent 4 véhicules : une motrice à deux bogies bimoteurs et trois remorques dont l'une avec cabine de conduite assurant la réversibilité de l'élément. La puissance de ces éléments est de 1 224 kW, la vitesse de 120 km/h et la capacité de 468 voyageurs.
Les éléments Z 6100 de la banlieue Nord sont en acier inoxydable et comportent : une motrice, à un bogie monomoteur et un bogie porteur et deux remorques. Le courant monophasé est converti en courant ondulé par des redresseurs au silicium et la motrice est munie d'un dispositif à « vitesse imposée » permettant à l'élément de circuler à la vitesse choisie par le conducteur. La puissance unitaire de ces éléments est de 690 kW et leur vitesse maximale de 120 km/h.

17



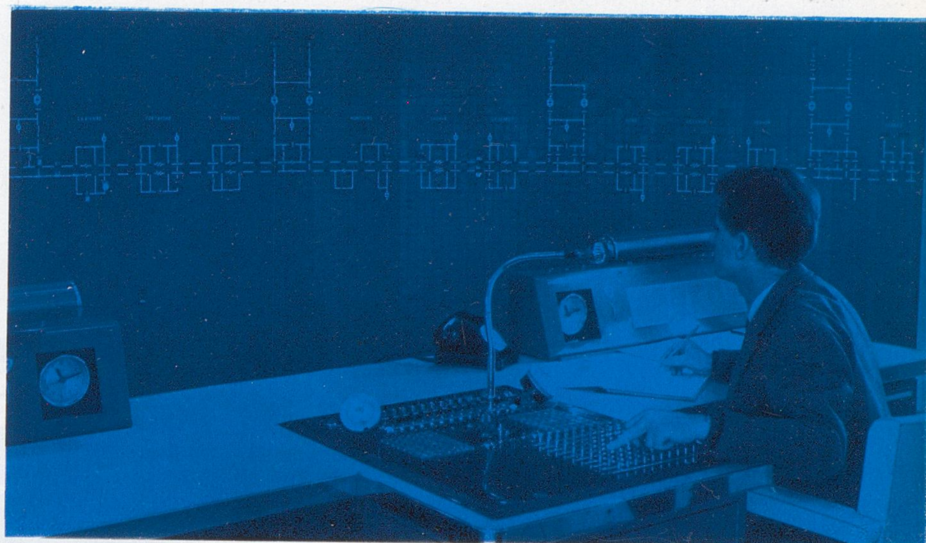
18



17. 18. Grâce aux locomotives électriques polycourant, une même machine peut remorquer un train sur des lignes électrifiées sous des tensions différentes.
Ainsi une machine bicourant BB 25 500 assure la traction du même train de Paris à Rennes, ligne électrifiée en courant continu 1 500 volts de Paris au Mans (photo du haut)
et en courant monophasé 25 000 volts, 50 Hz, du Mans à Rennes (photo du bas).

19. Au Mans, un poste de Commande Centralisée télécommande l'appareillage des sous-stations d'alimentation et des postes de pleine voie (sectionnement, sous-sectionnement et mise en parallèle) de la ligne Le Mans-Rennes.

20. Les locomotives quadricourant du type CC 40 100 sont capables de remorquer des trains sur des lignes électrifiées en courant continu (1 500 et 3 000 volts) et en courant alternatif (25 000 volts, 50 Hz et 15 000 volts, 16 2/3 Hz).



19

20

La traction diesel

Sur les lignes dont l'électrification n'est pas envisagée, les impératifs économiques conduisent à remplacer progressivement les locomotives à vapeur par des engins diesel, souples, efficaces et n'exigeant pratiquement pas de dépenses d'infrastructure. Le rendement au crochet d'une locomotive diesel atteint 22 % ; la calorie gas-oil est donc quatre fois plus efficace que la calorie charbon. Alors que l'utilisation d'une locomotive à vapeur n'excède pratiquement pas 12 h par jour, le diesel est utilisable 22 h sur 24.

La S.N.C.F. qui a d'abord utilisé les locomotives diesel pour le service des manœuvres et la remorque des trains de marchandises, a entrepris à partir de 1955 la « diesélisation » de zones de plus en plus étendues. Elle dispose maintenant de 1 400 locomotives assurant environ 15 % du trafic.

Parmi les séries les plus nombreuses ou les plus récentes, figurent :

— les BB 63 000, locomotives diesel électriques de 68 t et 450 kW utilisées aux manœuvres de gares et à la desserte des lignes secondaires ; leur vitesse maximale est de 80 km/h ;

— les CC 65 500, locomotives diesel électriques 1 190 kW de 120 t, plus spécialement destinées à remorquer sur les lignes de la « Grande Ceinture » de Paris les trains de marchandises de 2 400 t ; vitesse maximale 75 km/h ;

— les BB 66 000, locomotives diesel électriques de 72 t et 830 kW, remorquant indifféremment des trains de marchandises et des trains de voyageurs de moyen tonnage ; leur vitesse maximale est de 120 km/h ;

— les BB 67 000, locomotives diesel électriques de 80 t et 1 240 kW à double rapport d'engrenages et bogies monomoteurs, dont certaines équipées d'un alternateur triphasé et de redresseurs au silicium, peuvent assurer le chauffage électrique du train.

La vitesse maximale de ces locomotives est de 90 km/h en régime marchandises et 130 km/h en service voyageurs ;

— les A1A-A1A 68 000, locomotives diesel électriques plus puissantes (104 t-1 660 kW), plus spécialement destinées à remorquer les trains rapides et express en raison de leur vitesse maximale de 130 km/h et de leur équipement comportant une chaudière pour le chauffage du train par la vapeur.

Enfin, pour des services exigeant des puissances supérieures à 2 500 kW, la S.N.C.F. a fait construire 4 engins prototypes, 2 BB 69 000 de 83 t et 2 620 kW à transmission hydraulique atteignant 130 km/h et 2 CC 70 000 de 114 t et 3 000 kW à transmission électrique originale : les deux moteurs de 1 500 kW chacun entraînent à 1 500 tr/mn et en des

21. Des engins diesel électriques de 300 à 830 kW (400 ch à 1 100 ch) assurent les manœuvres dans les grandes gares et la traction des trains sur les petites lignes.

22. Sur les sections non électrifiées de la Grande Ceinture de Paris, les trains sont remorqués par des machines diesel électriques type CC 65 500 (ex 64 000) de 1 188 kW (1 600 ch).

21



22



23

23. C'est au dépôt de La Rochelle que sont affectées les locomotives diesel électriques du type CC 65 000 de 970 kW (1 320 ch) qui remorquent les trains de voyageurs et de marchandises sur les lignes situées à l'intérieur du triangle Nantes-Tours-Bordeaux.

24. Des locomotives diesel BB 67 000 et A1A-A1A 68 000 (photo ci-contre), d'une puissance de 1 240 à 1 663 kW (1 690 ch à 2 260 ch), remorquent, à 130 km à l'heure, les rapides et express sur des lignes non électrifiées.

24



sens opposés l'inducteur et l'induit d'un alternateur bi-rotor fonctionnant à fréquences variables et alimentant, par l'intermédiaire de redresseurs au silicium, deux moteurs de traction à courant continu montés sur chacun des deux bogies monomoteurs à 3 essieux, semblables à ceux des locomotives électriques CC 40 100 quadricourant. Les essais de ces engins ont donné satisfaction. Cependant les développements des moteurs diesel et les progrès des transmissions électriques permettent maintenant d'obtenir des puissances de 2 600 à 3 000 kW d'un seul groupe, ce qui simplifie notablement la construction des engins de grosse puissance. Ces progrès ont conduit la S.N.C.F. à commander en série à partir de 1965 des locomotives de 2 620 kW à moteur diesel unique à transmission électrique par alternateur et redresseur et à bogies monomoteurs à 3 essieux.

A côté de ces locomotives de lignes, quelque 1 200 auxiliaires de faible puissance assurent dans les gares le service des manœuvres ; ce sont les locotracteurs de 35 à 150 kW. Maniables et toujours prêts, ils assurent aussi la desserte de petites sections de lignes où ne se justifient pas les BB 63 000.



25

Les autorails



Le moteur diesel a permis un important développement des transports de voyageurs par des autorails commodes et rapides qui assurent de nombreux services sur les lignes non électrifiées. Trois grandes catégories d'engins unifiés sont utilisées aujourd'hui par la S.N.C.F. :

— les autorails assurant les relations à courte distance : 50 à 200 km ;

— les rames automotrices à grand parcours (RGP) assurant de grandes relations sur les lignes où le trafic ne justifie pas la circulation d'un train rapide ;

— les éléments automoteurs « unifiés » qui peuvent couvrir la plupart des besoins : relations omnibus locales, ou services express à courte et moyenne distances.

Ces éléments automoteurs unifiés, X 4300 de 330 kW, mis en service depuis 1963, se composent de deux véhicules accouplés avec circulation de l'un à l'autre et offrant 140 places ; deux ou trois éléments peuvent être attelés, conduits par un seul agent, permettant de faire varier de deux à six voitures (de 140 à 420 places offertes) la composition des trains à assurer. Confortables, d'une présentation soignée, ces éléments peuvent assurer des services très divers. Ils sont équipés d'un moteur de 330 kW disposé, ainsi que la boîte de vitesses, sous la caisse de la motrice et peuvent atteindre la vitesse de 120 km/h.

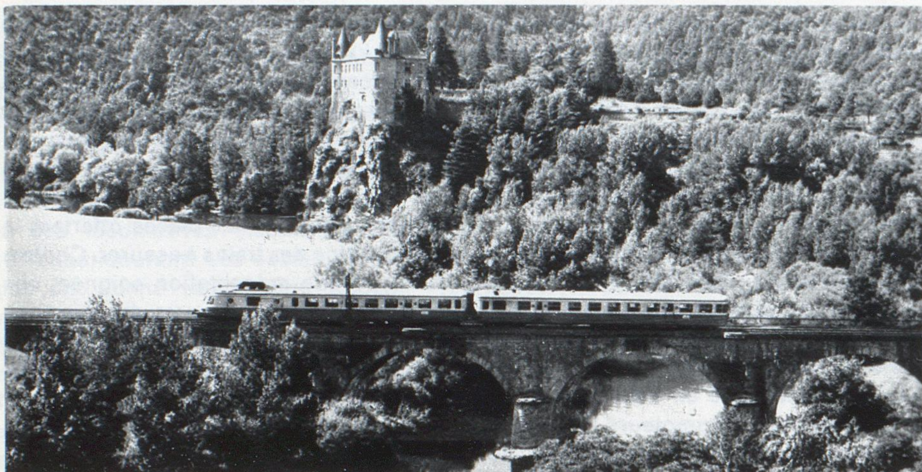
26



25. Une des plus récentes locomotives diesel : la CC 70 001 de 3 000 kW (4 000 ch).

26. Sur les lignes non électrifiées, les services semi-directs et omnibus « voyageurs » sont assurés par autorails qui permettent une exploitation souple et économique.

27



28



27. 28. Des rames automotrices diesel à grand parcours assurent des liaisons rapides sur les grandes lignes transversales.

29. Les plus récents éléments automoteurs de la S.N.C.F. d'une puissance de 330 kW, répondent à des besoins variés : relations omnibus ou services directs, à courte et moyenne distances.

29

Le matériel remorqué



30. Un voyage d'agrément en 1843, vu par Daumier.

Le matériel de transport des voyageurs

Le matériel à voyageurs a continué à évoluer en vue d'accroître la sécurité, le confort et la vitesse.

La recherche de la sécurité avait conduit, aux environs de 1925, les anciens réseaux à construire des voitures entièrement métalliques. Elles étaient robustes, mais une voiture de 1re cl. pesait 51 t et n'offrait que 48 places. Les progrès récents ont permis de réaliser des voitures en acier inoxydable, aussi robustes et confortables et pesant moins de 40 t. Un effort tout particulier a été entrepris pour faire disparaître le matériel en bois. Ce dernier, qui constituait, en 1938, 80 % du parc des voitures, a complètement disparu depuis la fin de l'année 1964. Les perfectionnements apportés au frein continu automatique ont également contribué à l'accroissement de la sécurité (substitution aux triples-valves, de distributeurs à action rapide et modérable tant au serrage qu'au desserrage, amélioration des qualités de frottement de la fonte à sabots et mise au point de nouvelles matières pour semelles de frein, apparition du frein électropneumatique).

Le confort est une notion complexe qui résulte de nombreux facteurs tels que : stabilité dynamique du véhicule, forme des sièges, éclairage, décoration, insonorisation, température, ventilation.

Alors qu'en 1938 les voitures à bogies ne représentaient que le tiers du parc, elles en constituaient les 4/5 en 1965 et en formeront la quasi-totalité en 1970. Les bogies eux-mêmes ont été notablement perfectionnés et assurent aux grandes vitesses (140, 150 km/h ou même 200 km/h et plus) un confort au moins égal à celui que les modèles antérieurs pouvaient garantir aux vitesses usuelles de 100 km/h.

L'éclairage des voitures a été rendu bien plus abondant grâce à la généralisation du système à fluorescence, d'un rendement élevé, et grâce aux meilleures possibilités de charge des batteries par un alternateur associé à un redresseur de courant et à une régulation électronique.

Le confort doit beaucoup à l'insonorisation, dont les conditions de réalisation ont été étudiées systématiquement depuis une quinzaine d'années ; à l'heure actuelle, elle est obtenue en remplissant l'intervalle entre la paroi extérieure en tôle et la paroi intérieure en matières plastiques (Formica, dans les voitures modernes) d'un produit isolant, qui est généralement de la laine de verre associée à divers composés insonorisants, et en prévoyant notamment — car c'est surtout par là que vient le bruit du roulement — un plancher aussi isolant que possible. Les dispositions ainsi adoptées réalisent, en même temps que l'insonorisation, une isolation thermique des caisses qui est nécessaire pour assurer économiquement le chauffage.

Ce dernier, autrefois limité à l'apport de calories pendant la saison froide par des



31

31. L'acier inoxydable est largement utilisé dans la construction des voitures à voyageurs.

32



32. Des aménagements intérieurs de très grande qualité et une décoration particulièrement soignée caractérisent les rames assurant les Trans-Europ-Express de la ligne Paris-Bruxelles-Amsterdam.

33. L'évolution du confort en chemin de fer se traduit par une spécialisation de plus en plus poussée du matériel : ici une voiture-bar.

radiateurs à vapeur ou électriques, est maintenant combiné avec le renouvellement de l'air et cette ventilation fonctionne également pendant l'été. L'air est soufflé en permanence et réchauffé suivant les besoins, sous le contrôle de sondes de température extérieure et dans les compartiments. L'appareillage prélève, suivant les cas, les calories sur la conduite de vapeur ou sur la canalisation électrique, quelle que soit la tension d'alimentation. L'électronique y pourvoit, et l'appareillage de plus en plus perfectionné occupe de moins en moins de place.

D'autres installations réalisent le conditionnement complet de l'air qui, réchauffé en hiver, peut être refroidi en été en traversant l'évaporateur d'un équipement frigorifique. Ces dispositions sont pour l'instant réservées aux trains de grand confort pour lesquels des installations spéciales doivent êtres prévues pour produire l'énergie nécessaire, comme nous le verrons pour le matériel T.E.E.

La recherche du confort se manifeste aussi par le développement considérable des demandes de places couchées pour les parcours de nuit. C'est pourquoi la S.N.C.F. a dû, depuis la guerre, faire construire de nombreuses voitures-couchettes de 2e classe. Alors qu'en 1958 le nombre de places couchées « offertes » était de 3 566 en 1re classe et 13 338 en 2e classe (contre 564 et 1 284 en 1946), en 1965, il était de 6 000 en 1re classe et 35 000 en 2e classe. Le nombre de places couchées « occupées » a atteint en 1965 le nombre de 4 180 000 soit quatre fois plus qu'en 1956.

La S.N.C.F. a mis en service à partir de 1957 des trains « autos couchettes » qui transportent les automobilistes en voitures-couchettes ou en voitures-lits et les automobiles en wagons à deux étages. Cette formule évite la fatigue d'un long parcours sur des routes encombrées et épargne un temps précieux puisque les trains autos couchettes effectuent dans la nuit, à près de 100 km/h de moyenne, des parcours parfois supérieurs à 1 000 km, tels que Paris-St-Raphaël ou Boulogne-Narbonne. Ils ont transporté, en 1957, 6 000 automobiles, en 1960, 27 000, et 89 000 en 1966.

Les voitures modernes appartiennent à différents types parmi lesquels nous citerons :

— les voitures type U.I.C. destinées aux services internationaux et dont les caractéristiques (dimensions des caisses, compartiments, fenêtres, modèles de

33



portes, aménagement des locaux sanitaires, organes de chauffage) sont conformes aux prescriptions des fiches établies par l'Union Internationale des Chemins de Fer. Ces voitures de 24,50 m (d'un poids voisin de 43 t) ont une caisse construite sur le principe d'une ossature tubulaire homogène englobant châssis et pavillon et entièrement soudée, éprouvée par des essais de compression et de choc ;

— les voitures de service intérieur destinées à des voyages plus courts et, en principe, ne dépassant pas les frontières. La voiture de 2e classe a un couloir central sans compartiments séparés ; les sièges individuels ont la même orientation et leur dossier peut être incliné. En 1re classe, au centre de la voiture 4 compartiments classiques à 6 places ont été conservés avec un couloir latéral, et un compartiment à chaque extrémité est équipé de sièges individuels de part et d'autre d'un couloir central ;

— les voitures de grand confort pour relations T.E.E. ou équivalentes sont apparues en 1964 sur les relations Paris-Bruxelles-Amsterdam où des trains composés de voitures remorquées par des locomotives « polycourant » ont remplacé les trains automoteurs diesel assurant le service « Trans-Europ-Express ». Ces voitures sont construites en acier inoxydable suivant les principes particuliers à ce matériau dont la première apparition remonte en France à 1937, et qui s'y est largement développé. Dans un même train, le voyageur a le choix entre des voitures à compartiment de type classique mais au confort poussé : sièges à dossier inclinable, éclairage individuel, stores vénitiens à commande électrique, portes en verre, et des voitures à couloir central décorées de façon moderne et aménagées pour le service des repas sur place ; il trouve également une voiture-bar où il pourra se faire servir des repas légers.

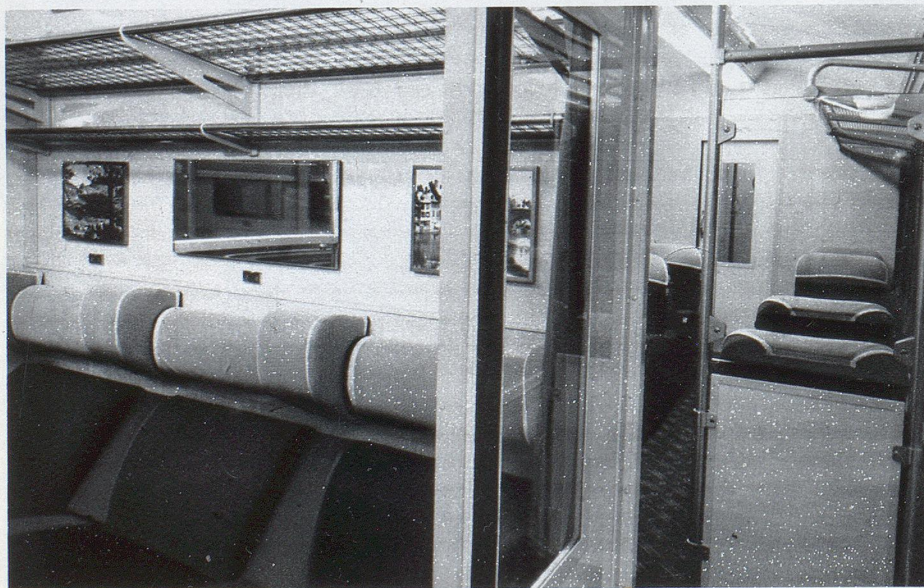
Les aménagements intérieurs et la décoration ont été particulièrement soignés et diversifiés pour répondre aux goûts variés de la clientèle. Conditionnement d'air, insonorisation très efficace, fonctionnement automatique des portes dans tout le train donnent un niveau de confort remarquable. Les besoins en énergie électrique sont importants, et la rame comporte pour y pourvoir un ou deux fourgons générateurs équipés d'un groupe diesel-alternateur de 300 kVA ;

— les voitures en acier inoxydable, utilisées en particulier sur la relation Paris-Lille, sont à couloir latéral ou à couloir central avec service de restauration à la place du voyageur ; dans la voiture-bar des trains « Paris-Lille » est installée une cabine téléphonique d'où les voyageurs peuvent entrer en relation avec un abonné quelconque du réseau téléphonique en France ou à l'étranger ;

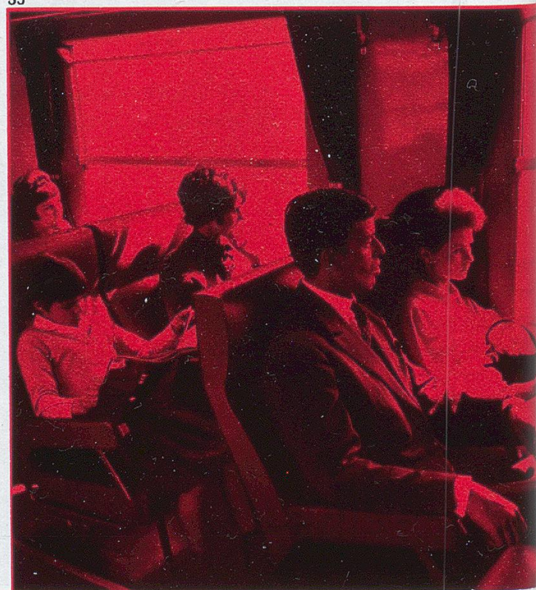
— les voitures-restaurants destinées à compléter le parc cédé à la S.N.C.F. par la Compagnie Internationale des Wagons-Lits et livrées à partir de 1966 ont les mêmes dimensions extérieures que les voitures type U.I.C. Equipées du conditionnement d'air, elles offriront 52 places de restaurant et comporteront les divers aménagements nécessaires pour la préparation des repas : cuisine équipée d'une cuisinière à mazout, d'un four électrique, d'un réfrigérateur à — 20° C pour les produits surgelés, etc., office, cave à vins. Ces voitures disposeront d'une distribution d'eau sous pression à partir de 2 réservoirs de 1 000 l chacun et un groupe électrogène diesel-alternateur de 70 kVA fournira l'énergie électrique nécessaire aux différents services.

34. 35. Pour les relations intérieures à moyenne distance, la S.N.C.F. a fait construire de nouvelles voitures des deux classes. Celles de 1re classe (à gauche) comportent, au centre, quatre compartiments classiques et, à chaque extrémité, une sorte de salon avec sièges individuels. Celles de 2e classe (à droite) sont à couloir central et offrent à chaque voyageur un fauteuil à dossier inclinable.

34



35





36

37



36. Tous les grands trains de nuit comportent des voitures-couchettes de 2e classe (six places par compartiment) et de 1re classe (quatre places par compartiment).

37. Les wagons-lits offrent pour les voyages de nuit des compartiments pour une, deux ou trois personnes.

Le matériel à marchandises

Avant la dernière guerre, le parc de wagons « Réseau » de la S.N.C.F., composé de 475 000 unités, comportait essentiellement trois types de matériel : wagons « couverts », wagons « tombereaux » et wagons « plats » auxquels venaient s'ajouter quelques wagons foudres en bois pour le transport des vins et des tombereaux à bogies pour les minerais et la houille.

Aujourd'hui, les 296 000 wagons de la S.N.C.F. comprennent 262 700 wagons classiques (wagons des anciens réseaux, wagons « Standard S.N.C.F. » apparus en 1945 et wagons « Standard U.I.C. » construits à partir de 1952 sur la base d'études menées sur le plan international qui ont conduit aux types « unifiés U.I.C. ») et 33 300 wagons spéciaux adaptés à certains transports de marchandises et aux techniques modernes de manutention. A ce parc « Réseau » il convient d'ajouter le parc des wagons dits « de particuliers » dont l'effectif, de 68 300 unités, appartient à des firmes ou Sociétés privées pour le compte desquelles ils effectuent des transports bien déterminés. Ces véhicules, comme les wagons spéciaux de la S.N.C.F., appartiennent à des types très divers que nous examinerons plus loin.

La conception du matériel à marchandises a été marquée par le souci d'adapter ce matériel aux conditions modernes de transport. Ces dernières sont caractérisées par une augmentation notable des vitesses de circulation (plus de 60 km/h et jusqu'à 100 et même 120 km/h) et de la capacité de transport des wagons, donc de la charge admissible par essieu ; c'est aussi la recherche pour les véhicules de tous types, d'une stabilité aussi bonne que possible même à vitesse élevée.

De nouvelles techniques sont apparues avec l'utilisation de profilés ou d'éléments en tôle pliée assemblés par soudage pour la construction des châssis et des caisses, et l'emploi, pour la fabrication d'éléments soumis à des sollicitations sévères, d'aciers caractérisés, soit par une élaboration plus soignée, soit par l'addition de cuivre en vue de ralentir la corrosion.

Les boîtes d'essieux à coussinets sont remplacées sur le matériel moderne par les boîtes à roulements à rouleaux qui contribuent à réduire considérablement leur échauffement.

L'augmentation de la charge des wagons a conduit à construire de plus en plus de wagons à bogies et, pour ces derniers, de nouveaux bogies ont été mis au point et donnent une stabilité dynamique très satisfaisante même aux vitesses élevées. Ce développement des wagons à bogies va se poursuivre dans les prochaines années en vue de l'application future de l'attelage automatique.

En effet, la nécessité d'accoupler des wagons munis de cet attelage, même en courbe de faible rayon, conduit à adopter le wagon à bogies dont les déplacements des extrémités par rapport à l'axe de la voie sont plus limités que ceux des wagons à deux essieux, en raison du porte-à-faux important de ces derniers.

38. Wagon-tombereau de 9,8 tonnes de tare et d'un volume de 24 m³, pouvant transporter 30 tonnes de marchandises.

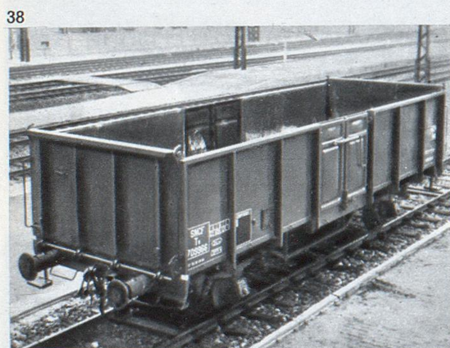
39. Wagon couvert de 11,8 tonnes de tare et d'un volume de 63 m³, pouvant transporter 28,5 tonnes de marchandises.

40. Wagon réfrigérant.

41. Wagon-trémie à déchargement par gravité, pour matières pulvérulentes (volume 38 m³).

42. Wagon à toit ouvrant pour le transport de marchandises de grandes dimensions à protéger des intempéries.

38



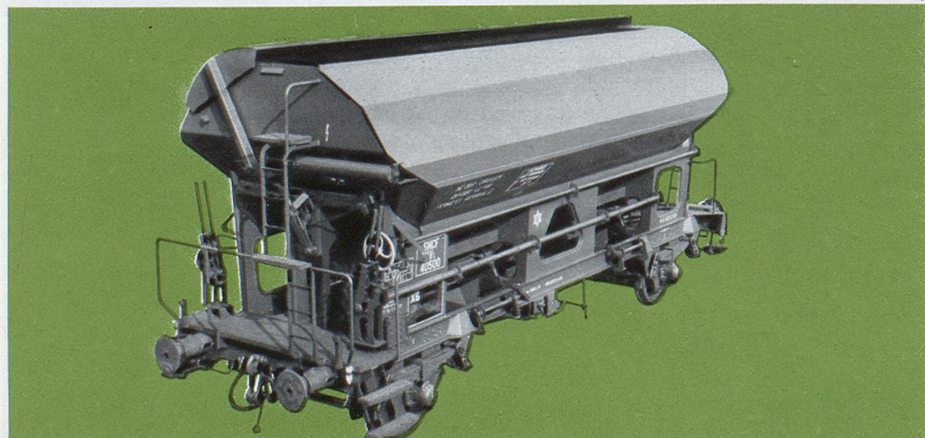
39



40



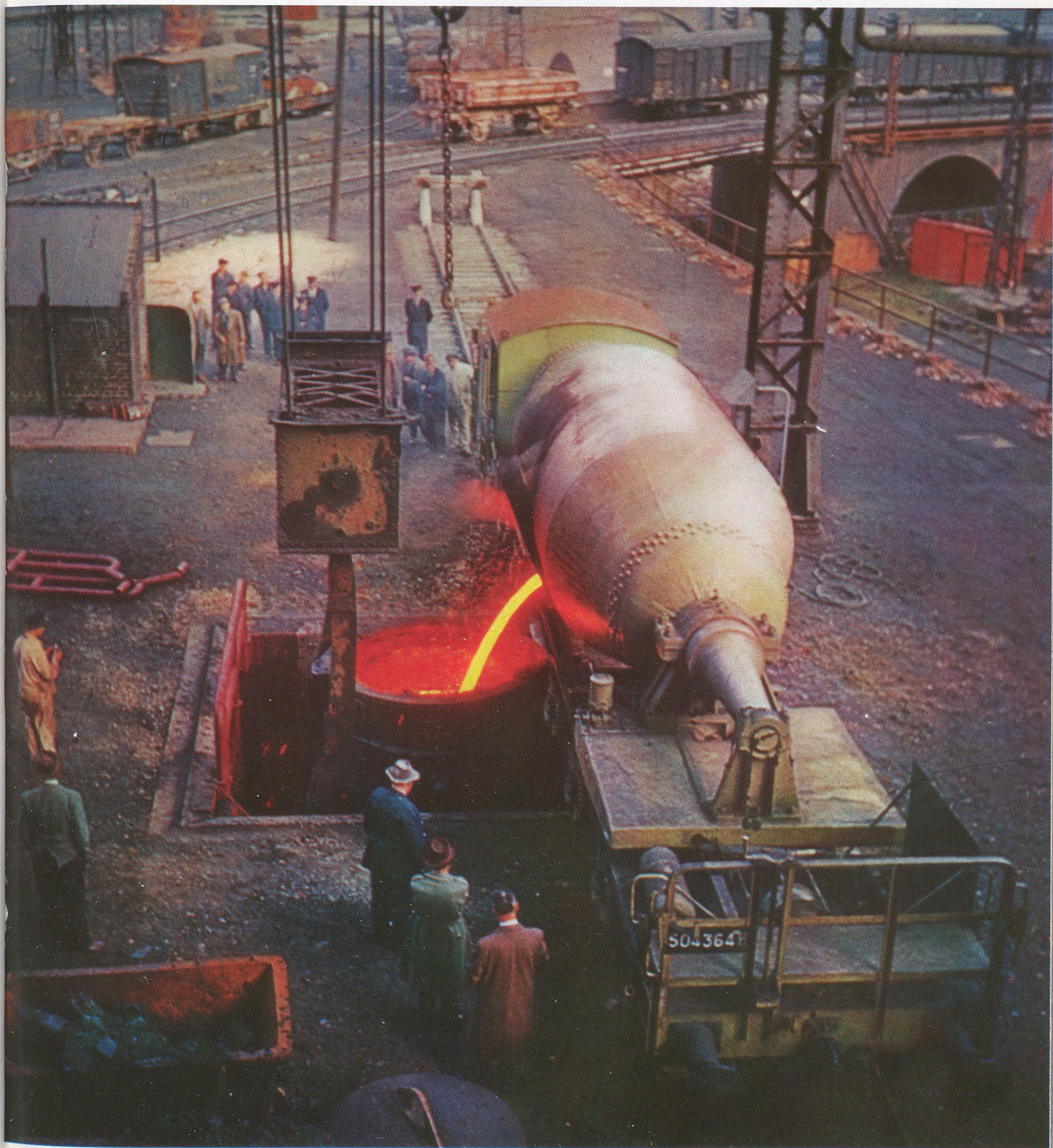
41



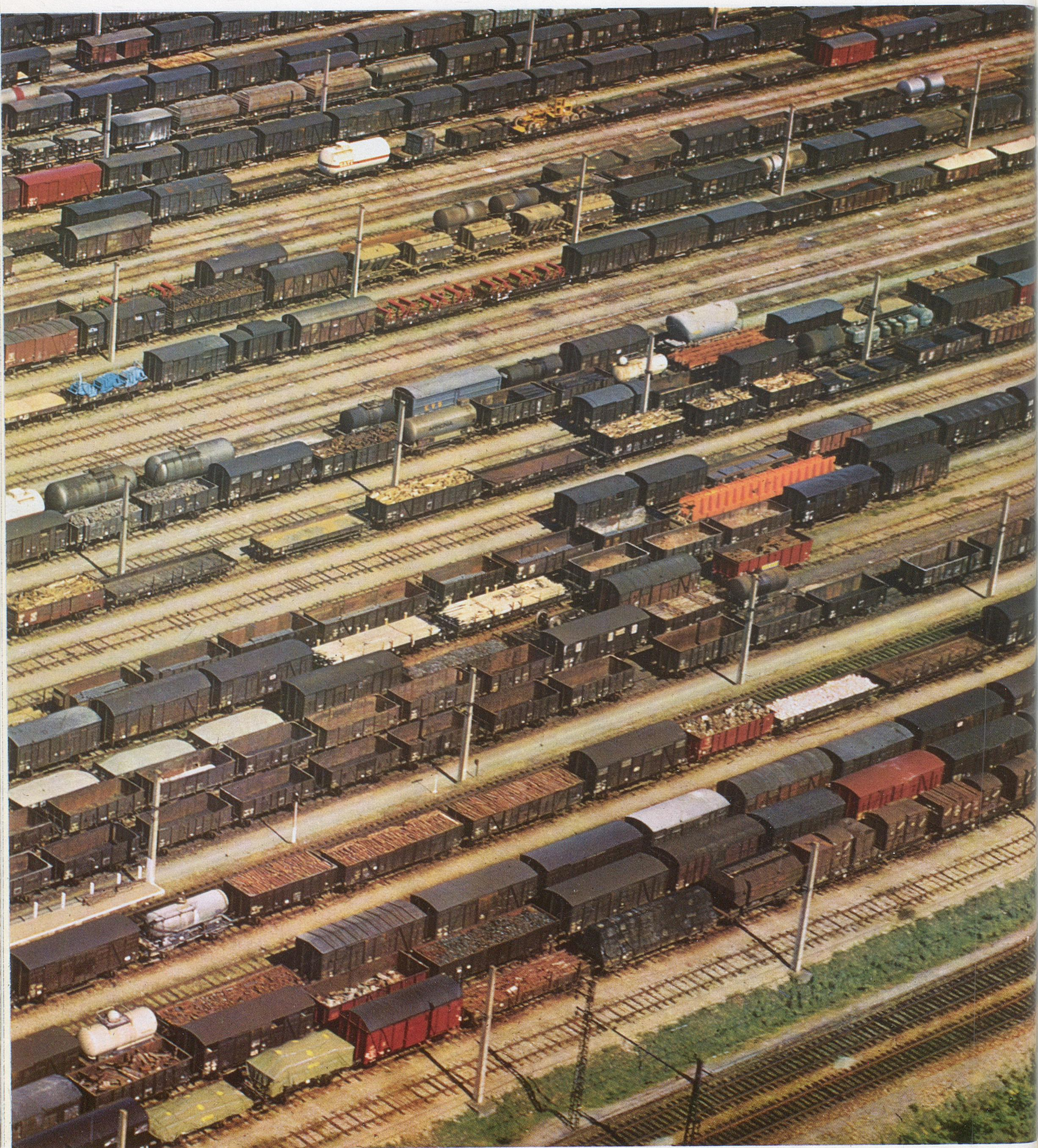
42



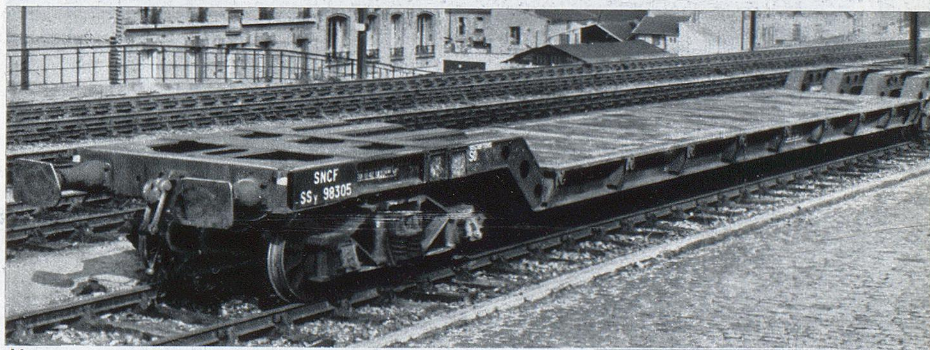
Le chemin de fer peut transporter
les marchandises les plus variées,
depuis les poussins jusqu'à la fonte liquide.



Chacune des grandes gares de triage
de la S.N.C.F. reçoit et expédie chaque jour
plusieurs milliers de wagons.









43. Wagons-citernes pour le transport des hydrocarbures.

44. Wagon plat surbaissé.

45. Wagons spéciaux à déchargement automatique pour le transport de coke et de charbon.

Attelage automatique

L'attelage automatique, dont l'intérêt est évident en ce qui concerne l'automatisation des triages et la suppression d'un métier dangereux et pénible, possède une résistance à la rupture 3 à 4 fois supérieure à celle de l'attelage à vis et permet, par conséquent, d'accroître considérablement les charges des trains et le débit des lignes.
L'U.I.C. coordonne les études dans ce domaine et un attelage automatique européen doit être prochainement défini en accord avec l'OSJD, organisation similaire à l'U.I.C. pour les pays de l'Est européen.
L'attelage européen sera un attelage de choc et de traction et il réalisera automatiquement l'accouplement des conduites de frein et des canalisations électriques ; il sera accouplable avec l'attelage automatique russe SA 3.
L'application de l'attelage automatique entraîne une modification de la structure des châssis, la transmission des efforts de compression se faisant par la partie centrale du châssis au lieu des parties latérales.
L'application sur les wagons existants peut se faire d'une façon progressive, c'est-à-dire en plusieurs années, ou d'une façon « simultanée » (en quelques jours ou tout au plus quelques semaines). La deuxième méthode, qui exige une préparation longue et coûteuse, a la faveur des services de l'Exploitation. La première méthode nécessite l'utilisation d'un attelage mixte pendant toute la durée de l'opération.
Enfin, on peut envisager une méthode « mixte », c'est-à-dire : transition simultanée sur 40 à 60 % du matériel existant préparée en 7 ou 8 ans ; puis transition progressive en 15 ans, les tampons latéraux étant supprimés lorsque tout le matériel sera équipé d'attelages automatiques de choc et traction.

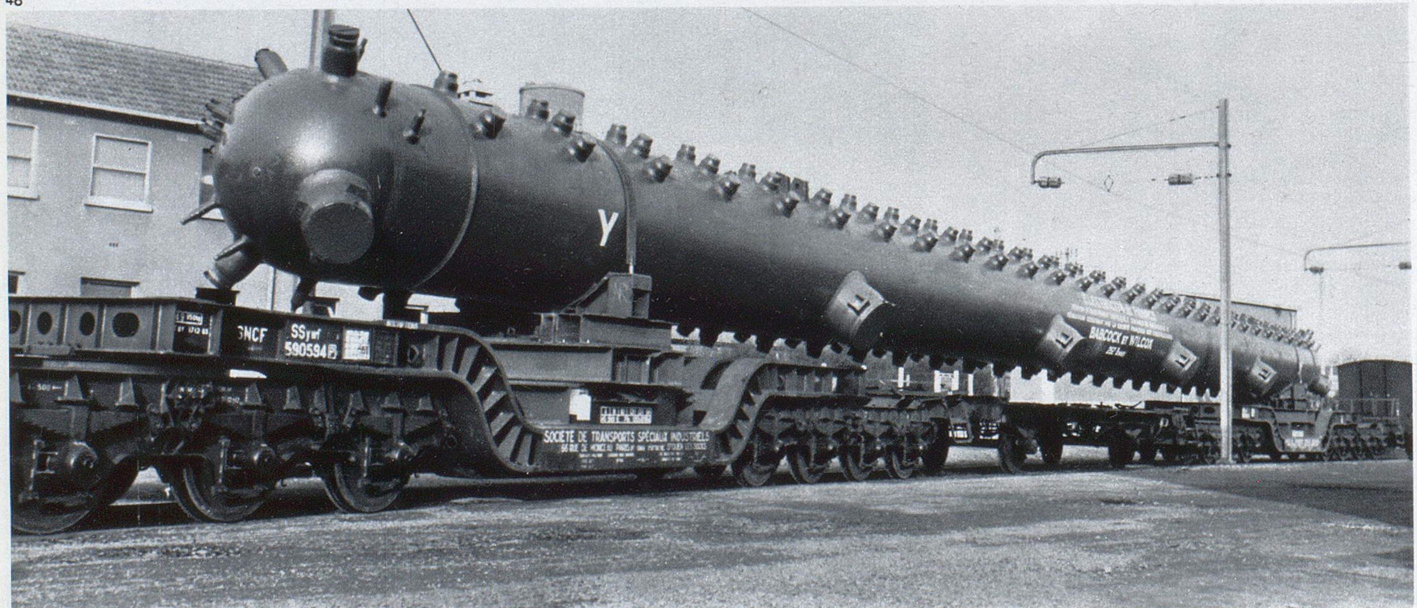
46



47



48

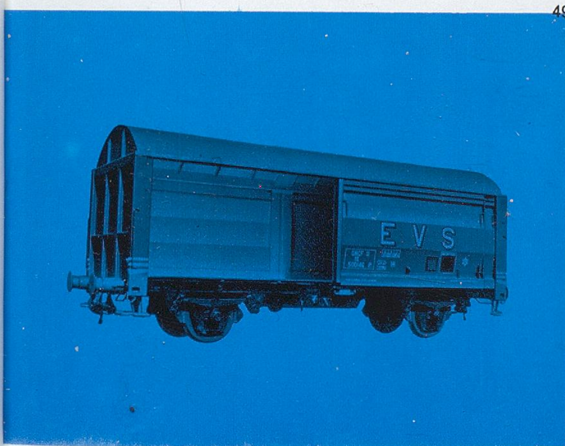


Description de quelques types de wagons spéciaux

Ils comprennent principalement des wagons réfrigérants, qui ont fait l'objet récemment de l'application de nouvelles techniques d'isolation à base de matériaux synthétiques, des wagons à toit ouvrant permettant à la fois le chargement des marchandises par le haut (toit ouvrant) et leur protection contre les intempéries (toit fermé), des wagons plats pour la sidérurgie conçus spécialement pour le transport des produits lourds de diverses natures (profilés, bobines de tôles, coïls chauds, etc.), des wagons-trémies à bogies pour le transport de minerai et de houille à déchargement automatique bilatéral et des wagons-trémies à bogies construits entièrement en alliage léger pour le transport de l'alumine.

Les wagons-citernes sont de plus en plus utilisés pour le transport de toutes sortes de produits liquides ou semi-fluides, y compris les gaz liquéfiés, leur constitution générale étant la même, mais les matériaux employés étant choisis et des dispositions spéciales adoptées d'après la nature du produit transporté ; citons les wagons-citernes destinés au transport de produits pétroliers noirs et équipés d'un calorifugeage et d'un réchauffeur, les wagons-citernes pour le transport d'acide phosphorique, dont les citernes sont en stratifié verre-polyester avec revêtement intérieur en polyéthylène et les wagons d'un type très spécial prévus pour transporter de la fonte liquide sur de courtes distances, entre usines sidérurgiques.

49



50



51



46. Wagons spéciaux à déchargement pneumatique pour le transport des produits pulvérulents : chaque cuve contient 15 tonnes de ciment.

47. Wagons en alliage léger, transportant 65 tonnes d'alumine pour une tare de 15 tonnes seulement.

48. Le chemin de fer transporte des marchandises de dimensions exceptionnelles tel ce réservoir de chaudière, d'une longueur de 40 m et d'un poids de 262 tonnes.

49. Wagon à parois coulissantes, conçu pour faciliter la manutention des marchandises à l'aide de chariots et de palettes.

50. Wagons en aluminium utilisés pour le transport du soufre, entre les usines de Lacq et le port de Bayonne.

51. Wagon à deux étages pouvant transporter 8 à 10 automobiles.

Plusieurs types de wagons sont prévus, soit pour le transport des camions gros porteurs et des semi-remorques de grande capacité en vue d'assurer le trafic « rail-route », soit pour le transport des containers permettant le « porte-à-porte » sans déchargement des produits, soit pour le transport d'automobiles chargées sur les deux étages de wagons comportant deux éléments articulés reposant sur trois essieux.

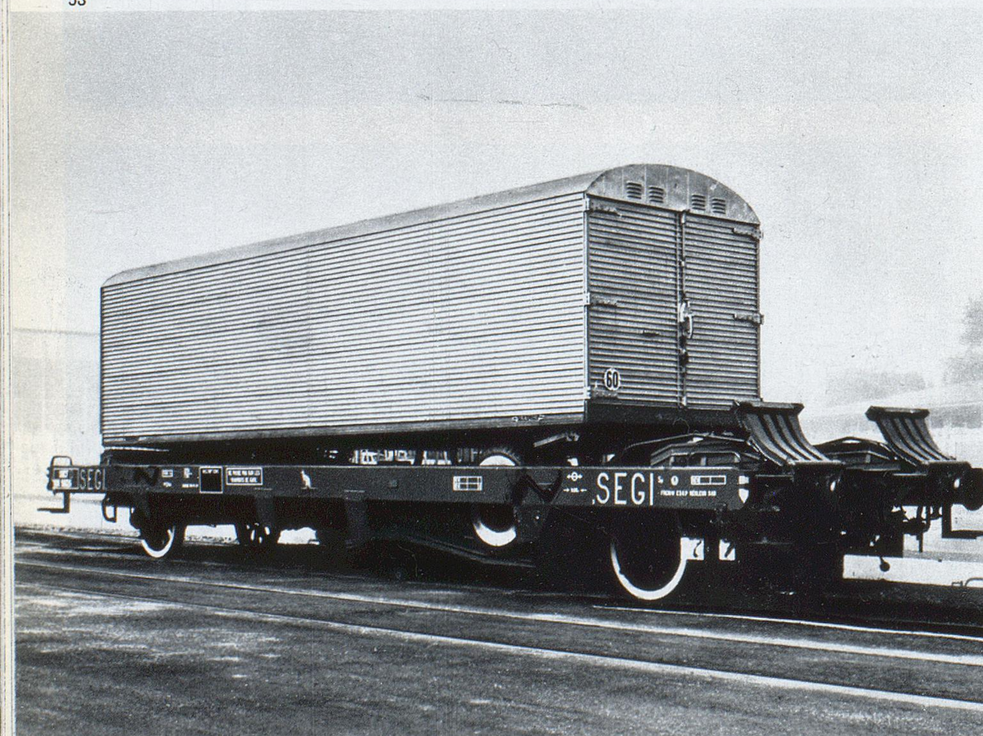
Il faut encore mentionner des wagons couverts à faces coulissantes qui, conçus avant tout pour faciliter le chargement et le déchargement des marchandises à l'aide de chariots de manutention et de palettes, ont des parois latérales en deux parties susceptibles de coulisser dans le sens longitudinal pour se recouvrir réciproquement, ainsi qu'un wagon élévateur à 2 essieux à caisse basculante et toit ouvrant, pour transport d'engrais, dans lequel les manœuvres sont assurées par vérins hydrauliques.



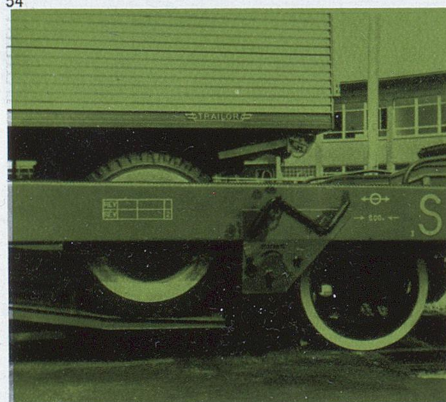
52

52. Wagons-citernes pour le transport de gaz liquéfiés.

53



54



53-54. Les semi-remorques routières sont transportées sur des wagons plats, d'un type spécial, dénommés « Kangourou », en raison de la « poche » qu'ils comportent pour loger l'essieu routier.

La réparation du matériel

55



L'entretien courant du matériel moteur est effectué dans les dépôts et celui des wagons dans des ateliers appelés « entretiens ». Pour les grandes révisions, la S.N.C.F. dispose d'importants ateliers. On peut se demander pourquoi la S.N.C.F., dont le matériel est construit par l'industrie privée, ne lui confie pas ce travail. C'est que celui-ci est soumis à des sujétions particulières, fonction des besoins du trafic : quand une locomotive entre aux ateliers pour révision périodique, on ne sait pas dans quel état on va la trouver au démontage. Mais on sait, par contre, à quelle date il serait souhaitable qu'elle reprenne son service. De même, la réparation des voitures et wagons est sujette à des fluctuations importantes car il importe qu'aux périodes de pointe de trafic, il n'y ait qu'un minimum de matériel en réparation.

Pour équiper de façon moderne ses ateliers, tout en limitant les dépenses, la S.N.C.F. a concentré ses moyens. C'est ainsi qu'il n'y a que trois ateliers pour la réparation des locomotives diesel électriques, trois pour les autorails et quatre pour les locomotives et automotrices électriques.

55. Le matériel de la S.N.C.F. est entretenu dans des ateliers spécialisés, dotés de l'équipement le plus moderne. Ci-contre, l'atelier d'Hellemmes, près de Lille, qui assure l'entretien des locomotives électriques à courant alternatif.



56

56. Atelier de Tergnier
pour l'entretien des wagons.

57. Atelier de Vitry-sur-Seine, près de Paris, pour l'entretien des locomotives électriques à courant continu.

58. Atelier du Mans
pour l'entretien des engins diesel.

57



58



L'exploitation technique


BB-12006

L'exploitation technique

Le programme des circulations

Le chemin de fer est le mode de transport où l'imprévu a le moins de place. Dans l'aviation, le commandant de bord établit son plan de vol en fonction de diverses données et notamment de la météo. Il dispose des trois dimensions de l'espace. Le conducteur de camion peut choisir diverses routes selon le profil du tracé, la charge du camion... ou même la qualité des restaurants !
Le mécanicien de chemin de fer ne choisit ni son itinéraire, ni son horaire. Un service correct exige des horaires étudiés et suivis avec rigueur. Nous allons examiner comment ils sont établis.

1. Le Chemin de fer cherche continuellement à réduire son prix de revient en utilisant à plein les possibilités de traction.
On voit, ici, une locomotive électrique type BB 12 000 de 2 470 kW (3 360 ch) remorquant, dans une rampe de 10 ‰, un train de minerai de 2 400 tonnes.

Les horaires

Le problème consiste à donner aux usagers des possibilités d'acheminement aussi rapide que possible, dans des horaires correspondant à leurs besoins et ceci avec un prix de revient minimum.
En pratique, on part d'une solution approximative — la situation existante — que l'on s'efforce d'améliorer par des retouches plus ou moins importantes. Comme dans toutes les méthodes d'approximations successives, on se fixe, a priori, une première série de données. Tout d'abord ce sont les horaires des trains de grand parcours. On connaît par expérience l'importance du trafic et l'on sait, par exemple, si, sur telle ligne, il faut un, deux ou trois trains de nuit. Il en est de même pour les relations de jour : relations de matinée, de soirée, ou si la distance l'exige, de la journée complète.
Dès ce stade, se pose le problème des horaires internationaux. Ceux-ci sont mis au point par une « Conférence européenne des horaires des trains de voyageurs et des services directs » à laquelle participent les 26 Réseaux européens.
Les horaires des trains de grand parcours étant ainsi mis au point, il faut ensuite établir ceux des trains omnibus et directs qui doivent à la fois :
— assurer les correspondances des voyageurs des lignes affluentes aux gares d'arrêt des trains de grand parcours ;
— assurer aussi les relations locales dans des horaires convenables en évitant de multiplier inutilement les circulations.

Mais ce n'est pas tout, car il faut aussi insérer les trains de marchandises et il est des trains de messageries — trains de denrées par exemple — dont certains méritent parfois d'avoir priorité sur les express. Il reste encore à prévoir les dédoublés, les trains spéciaux (trains-paquebots, trains de colonies de vacances, trains de pèlerinages par exemple) entre lesquels il faut bien arriver à faire circuler les trains de marchandises ordinaires...
Ce problème ressemble un peu à la quadrature du cercle : on trouve de bonnes approximations, la « solution parfaite » n'existe pas ! Il faut cependant signaler l'immense effort qui a permis de diminuer considérablement le prix de revient du service voyageurs sans pour cela sacrifier — si peu que ce soit — sa qualité. Personne ne saurait prétendre que le service voyageurs actuel est inférieur à ce qu'il était avant guerre. Or, le parcours annuel des trains de voyageurs en millions de kilomètres est passé de 285 en 1938 à 230 en 1965, soit une compression de 20 %. On a pu néanmoins assurer en 1965 un trafic voyageurs supérieur de 73 % à celui de 1938 avec un parc de voitures inférieur de 30 %. Un résultat aussi remarquable constitue le meilleur « test » des efforts qui ont été accomplis dans ce domaine pourtant si complexe.

L'exécution du programme des circulations

Si tous les trains étaient toujours absolument à l'heure, le respect de l'horaire suffirait à assurer la sécurité. Mais si satisfaisante que soit la régularité, si bien étudiés que soient les horaires, une mécanique aux rouages aussi complexes n'est pas à l'abri d'une défaillance. Or, il faut à un train marchant à 120 km/h, 1 100 m pour s'arrêter ; à 140 km/h cette distance passe à 1 400 m. Il faut donc, au moyen d'un « signal », prévenir le mécanicien d'un éventuel obstacle, à une distance de cet obstacle au moins égale à la distance d'arrêt. Ainsi le mécanicien, qui doit comme tout cheminot « quel que soit son grade, obéissance passive et immédiate aux signaux » (1) n'hésite-t-il pas, en contrepartie, à marcher à 140 à l'heure la nuit et même par temps brumeux, sur la foi des signaux. On raconte que le fils d'un célèbre constructeur d'automobiles, faisant avec un autorail des essais à 160 km/h sur Paris-Le Havre, lâchait instinctivement l'accélérateur... à l'entrée des tunnels ! Réflexe d'automobiliste, mais non de cheminot !

Une autre cause de risques contre laquelle il faut aussi se prémunir est l'erreur humaine, toujours possible. Il faut enfin songer aux risques des passages à niveau. Aussi, dès son origine, le chemin de fer a-t-il été conduit à développer considérablement les mesures de sécurité.

(1) Article premier du Règlement Général de Sécurité.

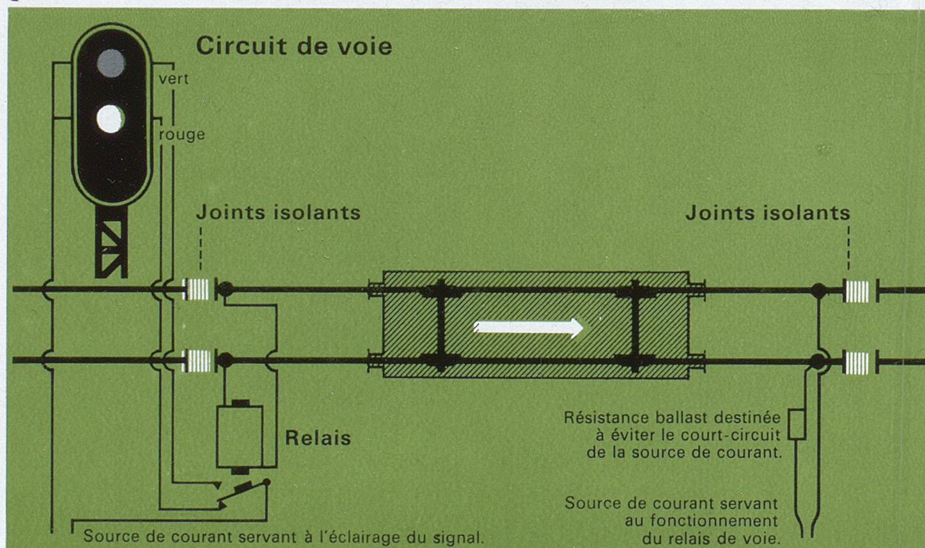
Les mesures de sécurité

Elles sont de deux sortes. D'une part, les consignes réglementaires qui imposent aux agents du chemin de fer les mesures à prendre en toutes circonstances dans l'exercice de leur tâche pour assurer la sécurité ; d'autre part, les dispositifs mécaniques ou électriques qui matérialisent certaines consignes, empêchent les exécutants de commettre des erreurs, ou même se substituent à eux purement et simplement.

Les dispositifs de sécurité se classent en trois catégories : ceux qui assurent l'espacement des convois, ceux qui assurent la sécurité aux postes d'aiguillage, ceux qui veillent aux passages à niveau.

L'espacement des convois est maintenu par le « block ». Ce procédé consiste à diviser la voie en « cantons » dont l'entrée est commandée par un sémaphore, et à n'admettre un train dans un canton qu'autant que l'on a l'assurance que le train précédent l'a bien dégagé. Le « block system » comporte un verrouillage électrique matérialisant l'impossibilité de « rendre voie libre », c'est-à-dire d'ouvrir le sémaphore d'entrée du canton tant que le train derrière lequel ce signal a été fermé n'est pas effectivement sorti du canton. De là il n'y avait qu'un pas à faire pour arriver à l'automaticité complète. Le « block automatique lumineux » est basé sur l'utilisation de circuits de voie dont le court-circuit par les essieux du train assure la fermeture automatique des signaux de protection.

2



2. Un « circuit de voie » est constitué par deux files de rails isolés et reliés à une source de courant et à un relais. Lorsque la voie est libre, le relais est excité. Dès qu'un essieu « shunte » le circuit de voie, le relais n'est plus excité. Ce système est utilisé pour interdire la manœuvre d'une aiguille ou d'un signal dans des conditions contraires à la sécurité et, dans le cas du block automatique pour assurer l'espacement des trains de même sens.

Le poste d'aiguillage a, lui aussi, évolué vers l'automaticité. A l'origine, les leviers commandant les signaux et les aiguilles ont été groupés pour des questions de commodité. Mais la juxtaposition de leviers tous identiques augmentait de façon si considérable les risques d'erreurs qu'un aiguilleur de l'Ouest, **VIGNIER**, eut, en **1856**, l'idée d' « intercaler entre les leviers des petites pièces de bois antagonistes, ne permettant de manœuvrer les uns que si les autres étaient bien dans la position qui convenait à la sécurité ». Telle est l'origine modeste de l' « enclenchement » qui fut amélioré plus tard par **SAXBY**.
Mais, le chemin de fer se développant, on arriva à des postes d'aiguillage comportant une centaine de leviers ! Pour alléger le travail de l'aiguilleur, on munit les aiguilles et les signaux de moteurs et, ayant ainsi supprimé l'effort physique, on put manœuvrer d'un seul coup de levier tous les appareils composant un itinéraire. De là naquit le poste « à leviers d'itinéraires » qui resta pendant près de quarante ans une spécialité française.
Arrivé à ce stade, grâce aux progrès des techniques électriques, il était bien tentant de faire du « chemin de fer presse-boutons ». C'est chose faite et plus de 160 postes dits « tout relais » fonctionnent en France, dans lesquels l'aiguilleur se borne à commander les itinéraires dans l'ordre où ils doivent être exécutés, le « cerveau » du poste faisant tout le reste.

3



3. En block automatique lumineux, l'entrée de chaque canton est commandée par un panneau qui présente : un feu rouge lorsque ce canton est occupé par un train, un feu jaune si le canton est libre alors que le canton suivant est occupé, un feu vert si deux cantons successifs sont libres.

4

4. 5. Dans les postes d'aiguillages modernes entièrement électriques (photo 4), la manœuvre d'un seul bouton suffit pour commander l'ensemble des aiguilles et des signaux d'un itinéraire. Le contraste est frappant avec les postes anciens (photo 5) qui nécessitaient la manœuvre d'un levier pour chaque aiguille et chaque signal.

6. Au poste de Gagny, l'une des bifurcations est commandée au moyen de dispositifs totalement électroniques.

7. Dans les postes modernes, les organes électriques assurant la sécurité sont groupés dans les « salles de relais ».

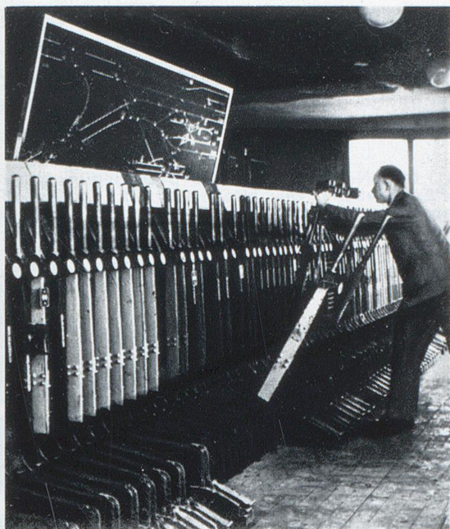
6



7



5



8. Installé à Dijon, un poste de « Commande Centralisée de la Circulation » entièrement électronique permet d'actionner à distance les aiguilles et les signaux de l'ensemble de la ligne à voie unique Dole-Vallorbe (101 km).

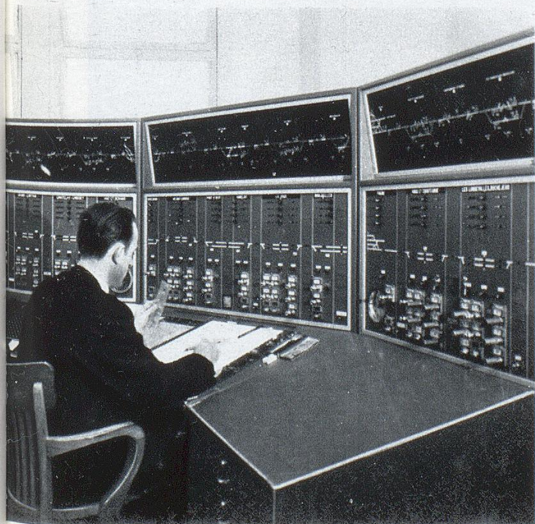
9. Sur la grande ligne Paris-Lyon, les deux voies sont « banalisées » entre Blaisy-Bas et Dijon (27 km), c'est-à-dire que chacune peut être parcourue dans les deux sens. Aiguilles et signaux sont commandés et contrôlés de Dijon.

10. Passage à niveau à signalisation automatique et quatre demi-barrières. A l'annonce d'un train, les demi-barrières s'abaissent et l'attention de l'usager de la route est attirée par une sonnerie et la présentation de feux rouges clignotants.

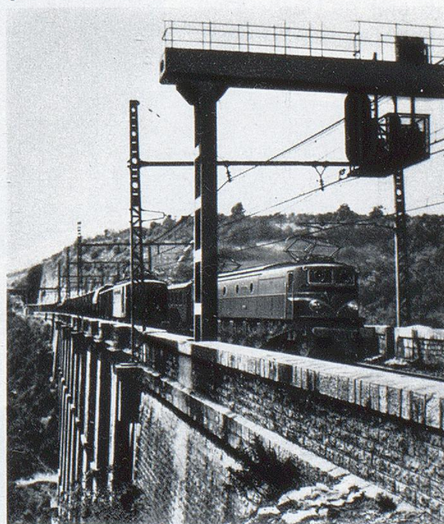
Si rien ne s'y oppose, le poste exécute la commande. Si l'itinéraire n'est pas réalisable, le poste répond « non » à l'aiguilleur par le clignotement d'une lampe placée à proximité du bouton de commande. Mais tout en répondant non, le poste conserve la commande dans sa mémoire et l'exécutera dès que cette commande sera devenue possible. De même, si l'aiguilleur ayant commandé un itinéraire décide de l'annuler, le poste n'exécutera la commande d'annulation que si aucun train n'est en vue du signal assurant la protection du poste. Mais si un train a « vu » les signaux ouverts, le poste se borne à les fermer. La modification de l'itinéraire ne sera possible que lorsque le train sera effectivement arrêté au pied du signal fermé. On voit, par ces quelques exemples, que le poste d'aiguillage moderne est devenu un véritable robot où l'aiguilleur n'exerce plus qu'un rôle de commandement : on peut sans difficulté accroître sa zone d'action bien au-delà des limites de visibilité et un poste tel que celui de la gare de l'Est à Paris commande 629 itinéraires au moyen de 597 boutons-poussoirs permettant de donner 867 ordres différents : sa zone d'action est de 8 km...
Mais il existe dès maintenant des postes dont la zone d'action est beaucoup plus vaste et qui commandent les installations d'une ligne entière. Entre Blaisy-Bas et Dijon, sur 27 km, les trains peuvent circuler indifféremment dans les deux sens sur chaque voie. Les aiguillages et signaux, qui permettent de passer d'une voie à l'autre, sont commandés d'une cabine placée à Dijon. Bientôt on pourra commander de cette cabine les installations de toute la section Saint-Florentin-Vergigny-Dijon, longue de 140 km et en cours de « banalisation ». Une autre « commande centralisée » entièrement électronique est également installée à Dijon, d'où elle permet d'actionner les aiguilles et les signaux de l'ensemble de la ligne à voie unique Dole-Vallorbe (101 km).

La riche France du XIXe siècle avait hérité d'un magnifique réseau de routes et voulu beaucoup de chemins de fer ; il en est résulté... 30 000 passages à niveau dont 16 700 gardés qu'on ne peut songer, même à longue échéance, à faire tous disparaître. Tant que la circulation routière était très faible, il n'en résultait pas de grandes difficultés. Mais le développement de l'automobile a donné à ce problème une grande acuité. Deux méthodes permettent de résoudre ce problème : la suppression des passages à niveau très fréquentés, par la construction d'ouvrages d'art, et la signalisation automatique des autres passages à niveau avec toutes les garanties qu'apportent les dispositifs de sécurité modernes. Près de 2 100 passages à niveau sont équipés d'une signalisation automatique.

8



9



10



La régulation

Pour conserver au service une bonne régularité, il faut veiller à ce qu'un train soit garé en temps utile pour laisser passer un train plus rapide (ou, en voie unique, un train de sens contraire). Il faut, pour cela, qu'un agent soit à chaque instant au courant de la situation des circulations sur la ligne. Cet agent, c'est le Régulateur qui, placé au poste de commandement de l'Arrondissement (1), est renseigné par les gares avec lesquelles il est en liaison téléphonique directe, sur tous les passages de trains. Il peut ainsi établir le graphique réel des circulations et prévoir, en temps utile, le point où le train lent devra laisser passer un train plus rapide. De même, si votre train est en panne, c'est lui qui décidera de prendre, pour le remorquer, la machine d'un train de marchandises de passage qu'il fera, au préalable, garer ; c'est lui qui, en cas d'incident immobilisant un train sur la voie, vous fera passer, moyennant des mesures de sécurité très strictes, à « contre-voie » sur la voie des trains de sens contraire. Le Régulateur est un des principaux artisans de l'exactitude de la marche des trains.

(1) La S.N.C.F. est divisée en 39 Arrondissements d'Exploitation. Un arrondissement correspond approximativement au territoire de un à quatre départements. La marche d'un train, entre Paris et Nice, est suivie successivement par les « Régulateurs » de Paris, Dijon, Lyon, Valence et Marseille.

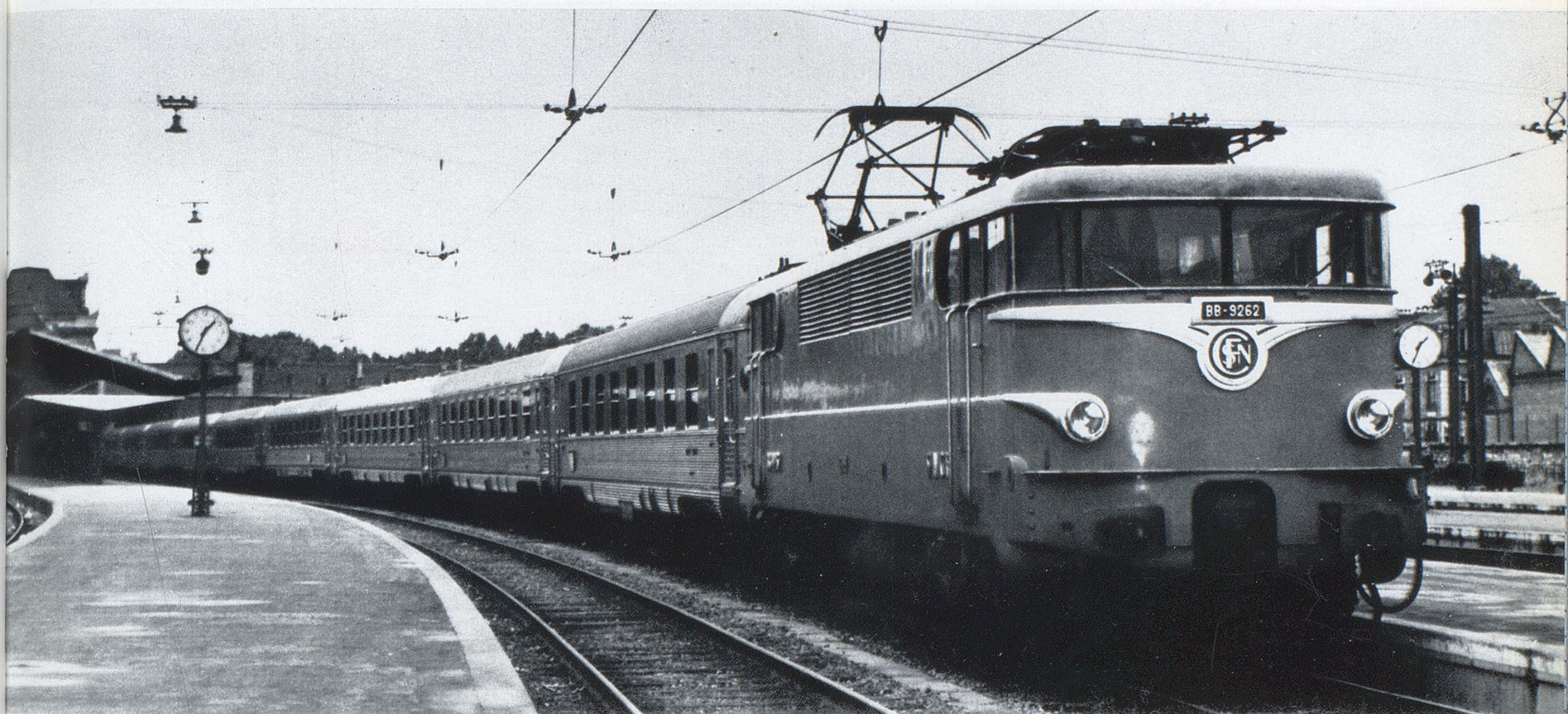
11. Le Régulateur, en liaison avec toutes les gares d'une section de ligne, suit la marche des trains et, en cas d'incident, prend immédiatement les décisions utiles.

12. Le « Sud-Express » parcourt sans arrêt les 581 km séparant Bordeaux de Paris, à 123 km/h de moyenne.

11



Le service des voyageurs



12

Et maintenant allons prendre, par exemple, le Sud-Express qui, sans arrêt, parcourt les 581 km de Paris à Bordeaux en 4 h 43. Il est 13 heures : la rame poussée par une machine de manœuvres est mise en place et quelques instants avant notre départ, la machine va venir se placer en tête du train. Mais que d'opérations préalables supposent ces deux choses si naturelles ! Il a fallu préparer une rame de voitures d'un type déterminé, la nettoyer, faire le plein d'eau, marquer les places louées, etc. A toutes les questions qui viennent à l'esprit à ce propos une seule réponse : « le roulement ».

Le roulement est un document présenté généralement sous forme de graphique, qui indique, en principe, pour toute la durée d'un service horaire, l'emploi du temps d'un homme ou d'un matériel. Notre Sud-Express est placé à quai à l'heure voulue : roulement. Roulement qui désigne la rame, roulement qui désigne le contrôleur chargé de marquer les places louées, roulement qui indique le type et le numéro de la machine qui va remorquer le train, roulement du mécanicien, du chef de train... Le déterminisme au chemin de fer s'appelle « roulement ». Et l'on peut dire quelles voitures, quelle machine, quels agents « feront » le Sud-Express dans dix jours ou dans trois mois.

13 h 44, le haut-parleur égrène une dernière fois les gares d'arrêt : Bordeaux, Bayonne, Hendaye et toutes les recommandations utiles aux voyageurs...

13 h 45, la BB 9 200 s'en va pour sa performance quotidienne : 581 km sans arrêt, à 123 km/h de moyenne. C'est également une « 9 200 » qui, en tête du Capitole, roulera à 200 km/h entre Orléans et Vierzon.

Mais le « roulement », base du service quotidien, ne saurait tout régler. Le service voyageurs est sujet à des poussées de fièvre spectaculaires ; le trafic de grandes lignes des gares de Paris, par exemple, dont le niveau normal s'établit à 50 000 voyageurs par jour peut atteindre pour un jour de pointe 250 000 voyageurs au départ.

Pour assurer, ces jours-là, un service aussi bon et aussi régulier qu'à l'ordinaire, un programme de dédoublement et de renforcement des rames est soigneusement étudié à l'avance en tenant un large compte de l'expérience des années précédentes. Mais les données sont toujours variables, un « pont » ou un temps très beau ou particulièrement maussade, modifiant les situations. Aussi, à tous les échelons, et notamment dans les gares, les dépôts et les postes de commandement, tous les cheminots sont-ils sur le qui-vive pour résoudre au plus vite et au mieux les difficultés, toujours imprévisibles. Et il suffira de rappeler que, lors de certains gros départs, 35 trains de voyageurs de grand parcours ont circulé dans la soirée entre Paris et Orléans et 60 entre Paris et Dijon, pour se faire une idée des problèmes que pose au chemin de fer une journée de « pointe » du service voyageurs.



13

14

N° des rames	COMPOSITION DES RAMES		RÉGION SUD-OUEST — FÊTE NATIONALE 1965 — TABLEAU III: Mardi 6 Juillet	Mercredi 7 Juillet	Jeudi 8 Juillet	Ven[dredi] Ju[illet]
3	RR Bordeaux *Roulement 423 des trains 10003/82*	D-7B-2A	10003 Paris Bordeaux	10003 Paris Bordeaux	10003 Paris Bordeaux	
9	RR Tarbes *Roulement 429*	A-4B-BD	728/44 9/810 Arcachon Paris	827/28 Tarbes Bordeaux	37 728/44 9/810 Arcachon Paris	Tarb
10	RR *des trains 9/810-44*		827/28 Tarbes Bordeaux	37 728/44 9/810 Arcachon Paris	Tarbes 827/28 37 Bordeaux	Arc
11	RR Royan *Roulement 3423 des trains 10003/82*	A-4B-D	10003 Paris Bordeaux	10003/2956 Paris Royan	10003/2956 Paris Royan	Ang

13. Tous les jours, les grands trains français parcourent 120 000 km à plus de 100 km/h de moyenne : trois fois le tour de la Terre.

14. En période de pointe, le « programme » prévoit une utilisation intensive du matériel.
Le document ci-contre, établi pour certains jours du mois de juillet, donne une idée des parcours effectués par des rames de grandes lignes, sur certaines relations du Sud-Ouest.

▬▬	Parcours avec voyageurs
┆┆┆┆	Parcours à vide
RR	Rame régulière
A	Voiture de 1e classe
B	Voiture de 2e classe
D	Fourgon à bagages



Signaux d'une grande gare, la nuit.

Sur les 120 000 km parcourus chaque jour par les grands trains de voyageurs à plus de 100 km de moyenne, 105 000 sont effectués avec des locomotives électriques.



15. **Entre Paris et cent soixante-quatre villes à plus de 90 km/h de moyenne**
(service d'hiver 1965-1966)

PARIS

132	Dijon
131	Arras
128	Lyon
127	Bar-le-Duc
125	Douai, Nancy, Saint-Quentin
124	Bruxelles
123	Avignon, Bordeaux, Limoges, Rennes
122	Lens, Valence
121	Amiens, Bayonne, Maubeuge
120	Lille, Marseille, Poitiers, Strasbourg
119	Arles, Chalon-sur-Saône, Lunéville, Mâcon, Metz
118	Béthune, Bourg, Dole, Nîmes
117	Agen, Angoulême, Aulnoye, Bâle, Hendaye
116	Libourne, Nevers, Saint-Étienne, Toulon, Villefranche-sur-Saône
115	Aix-en-Provence, Brive, Charleroi, Forbach, Irun, Le Mans, Montauban, Tours, Troyes
114	Châteauroux, Toulouse, Vannes
113	Chaumont, Grenoble, Montpellier, Moulins, Périgueux, Reims, Thionville, Vallorbe
112	Anvers, Hazebrouck, Saint-Brieuc
111	Arcachon, Biarritz, Blois, Carcassonne, Épinal, Lorient, Sarrebruck, Sète, Vienne, Vierzon
110	Aix-les-Bains, Cahors, Dunkerque, Narbonne, Niort, Saint-Dié
109	Béziers, Cannes, Lausanne, Montélimar, Pau, Quimper, Valenciennes, Vichy
108	Besançon, Luxembourg
107	Belfort, Chambéry, La Rochelle, Namur, Roanne, Tulle, Zurich
106	Angers, Cognac, Laval, Nice, Orange
105	Abbeville, Châtellerault, Clermont-Ferrand, La Haye, Lisieux, Lourdes, Mulhouse, Perpignan, Rotterdam
104	Brest, Francfort, Mannheim, Nantes, Saintes
103	Amsterdam, Caen, Cerbère, Karlsruhe, Menton, Milan
102	Annecy, Boulogne, Bourges, Colmar, Genève, Heidelberg, Liège, Orléans, Rouen, Tarbes
101	Mézières
100	Albi, Firminy, Ludwigshafen, Saint-Nazaire
99	Alençon, Modane
98	Berne
97	Auch, Calais, Mont-de-Marsan, Montluçon, Stuttgart
96	Cherbourg, Le Puy, Lucerne, Turin
95	Le Havre, Munich
94	Alès, Brême, Hambourg, Le Creusot
93	La Roche-sur-Yon
91	Aix-la-Chapelle, Cologne, Dusseldorf, Gap, Mayence
90	Cholet, Essen, Gênes, Munster

15

16



16. Le 1er août 1965, 241 000 voyageurs ont quitté Paris par le train.

Le service des marchandises

Les transports de marchandises peuvent être classés en deux catégories : ceux pour lesquels la rapidité est d'un intérêt primordial, ceux pour lesquels au contraire le coût du transport importe plus que le délai. Aux premiers, s'applique le Régime Accéléré (R.A.) qui intéresse en particulier les denrées, les envois de détail, les mobiliers de déménagements, etc. Les autres transports — notamment les pondéreux : charbons, minerais, matériaux de construction, carburants, etc. — relèvent du Régime Ordinaire (R.O.).

Le service du R.A., avec sa trame spéciale de trains de messageries presque tous réguliers, ses horaires tendus, ses correspondances, ses délais d'acheminement, ressemble beaucoup au service des trains de voyageurs. C'est ainsi, par exemple, que, grâce aux acheminements du R.A., les légumes de Bretagne arrivent sur les places de la Ruhr et de la Hollande pour le marché du surlendemain, et que les primeurs parties en début d'après-midi du Vaucluse arrivent à Paris le soir même, grâce à un train spécialisé, le « Provence-Express », circulant à 120 km/h.

Au service du « R.A. » se rattache le transport des colis. Collectés par des moyens routiers et souvent rassemblés sur des « palettes », les colis sont amenés jusqu'à des gares de concentration du détail ou GCD (186 pour l'ensemble du territoire) et de là dirigés par wagons sur la GCD destinataire pour être livrés à domicile par camions. Entre les gares de concentration du détail, les wagons sont acheminés, soit directement lorsque l'importance du trafic le permet, soit par l'intermédiaire d'un ou de 2 chantiers de transbordement dans le cas contraire. Ces transbordements, qui sont aux colis ce que les gares de triage sont aux wagons, utilisent des halles spéciales dont l'équipement permet d'effectuer les manutentions dans des délais très réduits. Certaines de ces halles sont même pourvues de bandes transporteuses qui accélèrent au maximum la manutention et le tri des colis.

Le service du Régime Ordinaire « R.O. » intéresse essentiellement les wagons et, sans négliger la qualité des acheminements, vise avant tout à obtenir, par l'utilisation à plein des possibilités de traction, un prix de revient aussi bas que possible. Certes, le trafic R.O. comporte un fonds journalier de trains réguliers mis en marche quasi-automatiquement et assurant des relations fondamentales aux heures les mieux choisies, avec une bonne utilisation du personnel et du matériel, mais toutes les augmentations du trafic sont absorbées par un service « facultatif ». C'est l'un des rôles essentiels des Postes de Commandement que de prévoir en temps utile la mise en marche des trains facultatifs nécessaires au bon acheminement du trafic, mais, toujours soucieux du prix de revient, chaque P. C. s'efforce de ne faire circuler que des trains à pleine charge.

Le même souci d'abaissement du prix de revient a conduit également à regrouper le trafic sur des itinéraires à bon profil bien équipés, de manière à réaliser l'acheminement au coût le plus faible. Certains clients sont parfois fort étonnés d'apprendre qu'un wagon qu'ils avaient expédié de Bordeaux à Clermont-Ferrand est passé... par Orléans : c'est pourtant — grâce à l'électrification — l'itinéraire le plus économique.

L'acheminement des wagons se fait selon le schéma suivant : à partir des gares où ils sont chargés, les wagons sont conduits jusqu'à la « gare de triage » la plus proche où ils sont regroupés suivant leur destination ; de là ils sont dirigés (soit directement, soit après escale dans une ou plusieurs gares de triage intermédiaires) vers le triage dont dépend la gare destinataire et où ils sont incorporés dans un train desservant cette gare.



18



19



20



21



17. A plus de 100 km/h, le « Provence-Express » transporte les fruits et légumes de la Vallée du Rhône vers Paris.

18. Récoltées le matin dans le Vaucluse, ces primeurs chargées dans le « Provence-Express » seront à Paris le soir même, après avoir parcouru plus de 700 km.

19-20. L'utilisation de transpalettes et d'élévateurs à fourche accélère les opérations de chargement et de déchargement des wagons.

21. Dans les grands chantiers de transbordement mécanisés, les colis sortis des wagons sont déposés sur des tapis roulants qui les emmènent, soit vers les remorques routières qui les livreront en ville, soit vers d'autres wagons dans lesquels ils seront transbordés.

22. Schéma de principe d'une gare de triage avec ses différents faisceaux.
En outre, un réseau de voies de circulation permet l'exécution de tous les mouvements utiles : réception des trains de toutes provenances, expédition des trains vers toutes destinations, évacuation et mise en tête des locomotives de ligne...

Débranchement | Formation

Freins de voie

Bosse

Réception

Attente au départ

Entrée

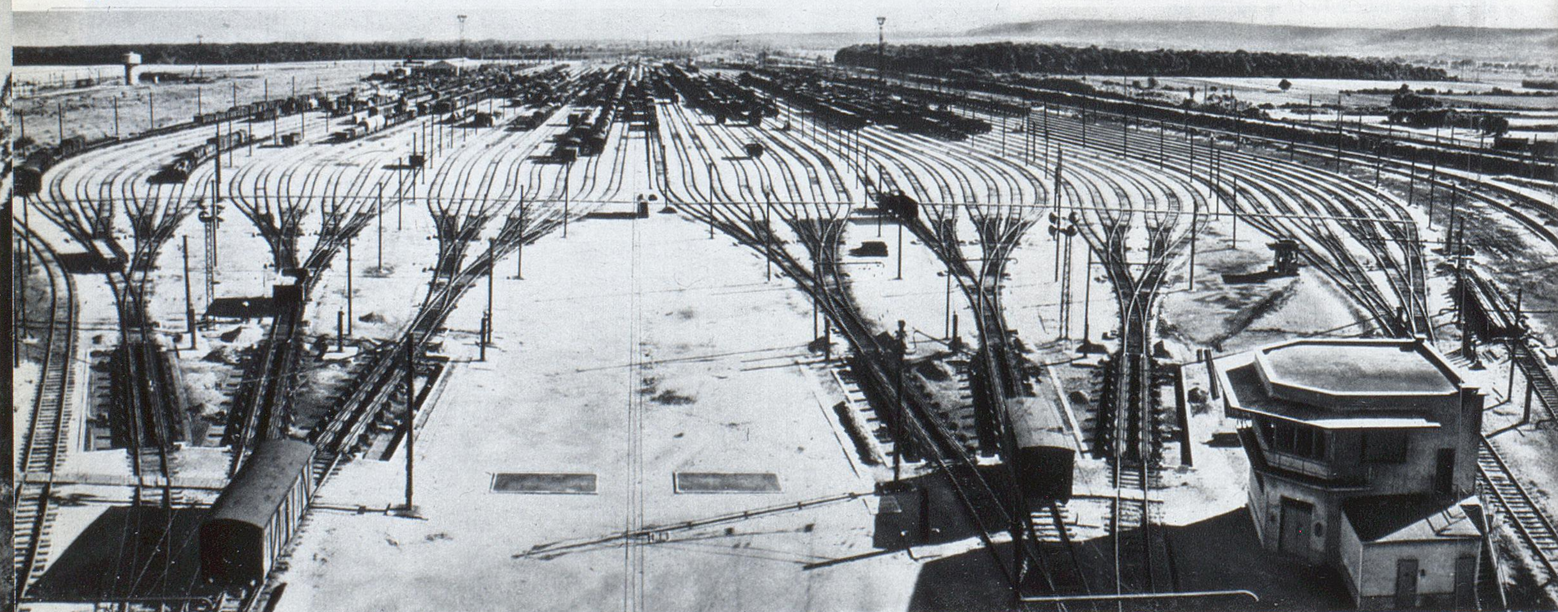
Sorti

Poste de débranchement
et de manœuvre
des freins de voie

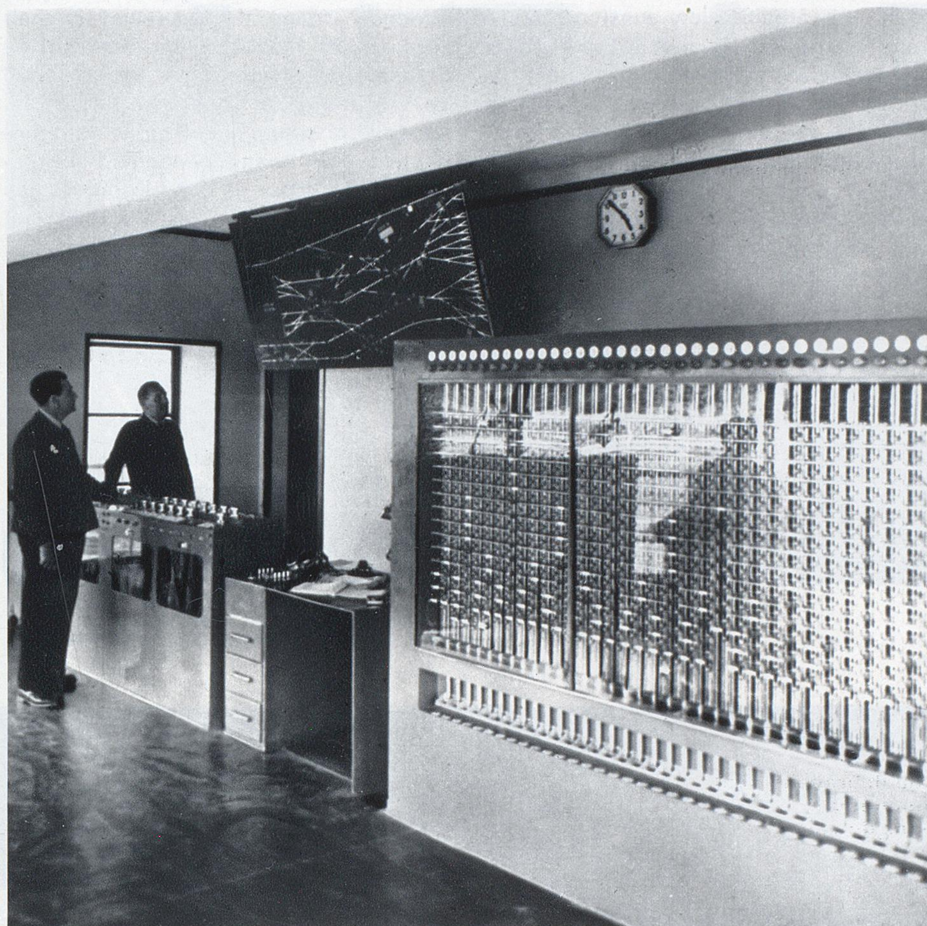
22

23

23. Le faisceau de débranchement du triage de Gevrey-Chambertin comprend 46 voies.



Les gares de triage



24



25

Le triage des wagons ne peut se faire qu'en les séparant au moyen d'aiguillages appropriés, afin de les diriger sur les voies correspondant à leur lot de destination. Tout le monde connaît ces vastes gares de triage où les wagons, annoncés au haut-parleur, descendent un à un d'une « bosse » et s'égaillent sur les différentes voies. La bosse de débranchement est le centre vital du triage et c'est d'elle que dépend l'activité de l'ensemble. Aussi a-t-on cherché à améliorer son rendement en faisant descendre les wagons le plus vite possible et le plus près possible les uns des autres.
Cette vitesse de débranchement a deux limites : le temps nécessaire à la manœuvre des aiguilles entre deux wagons successifs, d'une part, les écarts entre les temps de parcours des différents wagons, d'autre part, ceux-ci roulant plus ou moins bien. On agit sur le premier facteur en réalisant la commande électrique des aiguilles et là on n'a pas hésité à aller jusqu'à l'automatisation complète : le poste à billes, dans lequel une bille correspondant à chaque wagon ou groupe de wagons débranchés réalise dans le poste les contacts commandant la manœuvre des aiguilles de l'itinéraire. On ne saurait, d'autre part, se contenter de subir passivement les rattrapages qui entraîneraient une baisse inadmissible du rendement et c'est pourquoi on dispose, peu après la bosse, des freins de voies qui permettent de ralentir les véhicules descendant trop rapidement. Commandés d'un poste surélevé, ces freins régularisent les temps de parcours et améliorent le débit qui peut atteindre 7 à 8 wagons à la minute.
Signalons enfin que la liaison entre les agents de direction et les différentes machines de manœuvres des grands triages est effectuée au moyen de postes de radio permettant des communications réciproques.

24. Dans les triages, les aiguilles du faisceau de débranchement sont commandées par un robot : « le poste à billes ». Dans ce poste, chaque wagon est représenté par une bille qui descend dans un tube vertical correspondant à la voie de destination du wagon.
Le wagon en mouvement, par action sur les circuits électriques de la voie, provoque la progression de la bille qui prépare à son tour l'itinéraire que le wagon doit suivre.

25. Les locomotives de manœuvres des gares de triage sont équipées de postes de radio qui permettent aux mécaniciens de communiquer avec d'autres agents de la gare.

Le cerveau du triage, le PCT



26

26. Des rails-freins ralentissent la vitesse des wagons qui descendent de la « bosse », afin qu'ils ne viennent pas heurter violemment les wagons stationnant sur les voies.

27. Ces rails-freins sont manœuvrés par un agent : le freineur.

Mais une organisation aussi complexe exige un organe de direction particulièrement bien outillé : le Poste de Commandement du Triage, ou P.C.T., remplit ce rôle. Il est relié par téléphone et interphone avec les différents services de la gare et par téléimprimeurs avec les autres triages, afin d'échanger avec eux des renseignements précis sur les wagons constituant les trains qui vont être mis en marche, ce qui permet d'établir des prévisions d'utilisation du personnel et des machines, et d'adapter le programme d'évacuation des triages, notamment la mise en marche des trains facultatifs, au volume du trafic. Ces renseignements sont transmis dès la formation des trains, c'est-à-dire avant leur départ. C'est ainsi, par exemple, que le chef du P.C.T. de Miramas (triage de Marseille) connaît plus de 20 heures avant leur arrivée l'identité des wagons que son collègue de Villeneuve-Saint-Georges lui envoie. Le bon fonctionnement et le bon rendement d'un triage dépendent étroitement de la valeur de ces liaisons et des qualités professionnelles de ceux qui les exploitent.



27

La concentration des triages

28

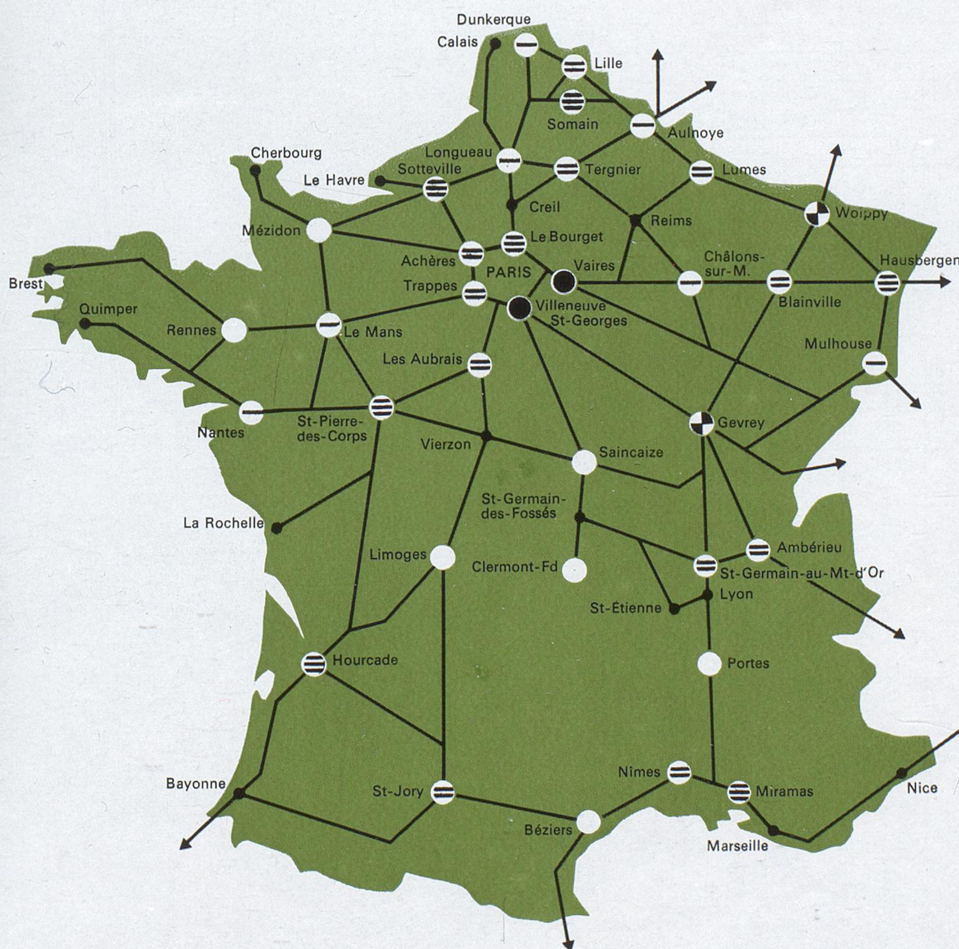


28. Un réseau étendu de téléimprimeurs permet d'échanger entre triages les informations nécessaires à un acheminement rapide des wagons.

Le chemin de fer moderne est un outil qui permet la production de « tonnes-kilomètres » en grande série. Mais comme tout outillage puissant, une gare de triage représente de gros investissements. Aussi la S.N.C.F. s'est-elle attachée à concentrer le trafic sur un petit nombre de grands triages bien équipés. Cette politique, qui complète la concentration des acheminements sur les grands itinéraires dont nous avons parlé plus haut, a permis de très substantielles économies d'exploitation et la fermeture d'un certain nombre de triages secondaires mal équipés.

La répartition des wagons vides

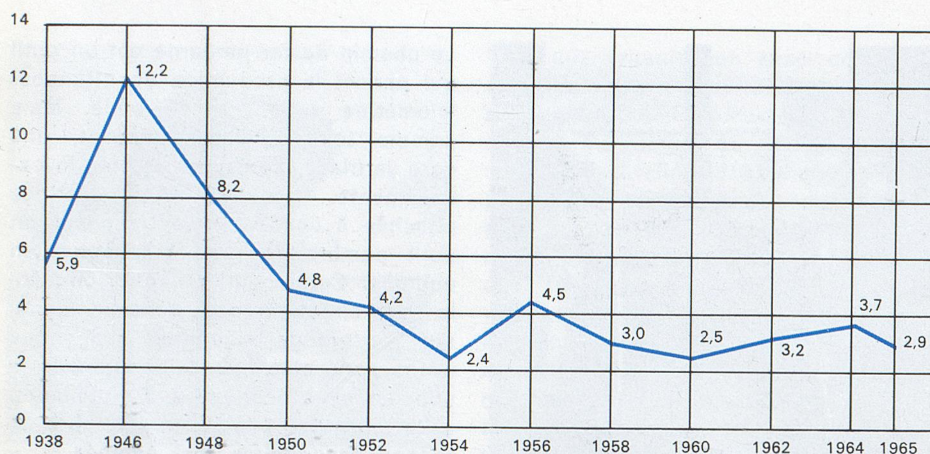
Pour fournir des wagons aux expéditeurs, le Chemin de fer ne peut évidemment que récupérer ceux que les destinataires ont déchargés. La solution de ce problème, d'apparence simple, nécessite en fait une centralisation au jour le jour des informations sur les libérations de wagons et les demandes de la clientèle, afin de pouvoir faire expédier les wagons vides en trop dans certaines gares vers celles où ils sont nécessaires. Pour regrouper ces multiples renseignements venant de tout le réseau et les exploiter rationnellement, la S.N.C.F. est le premier réseau européen à recourir aux techniques les plus modernes conjuguant les transmissions par téléimprimeurs et l'emploi d'un puissant calculateur électronique.



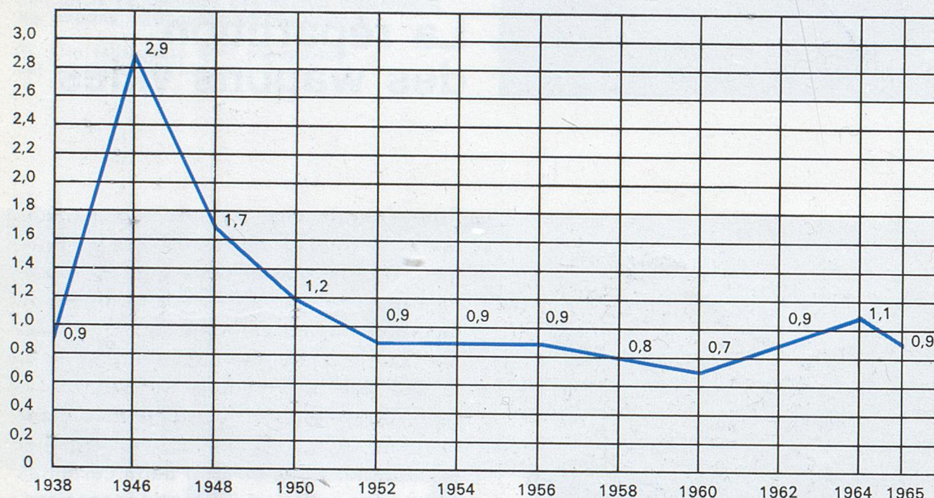
29. Carte des triages du Régime Ordinaire.

Nombre moyen journalier de wagons expédiés

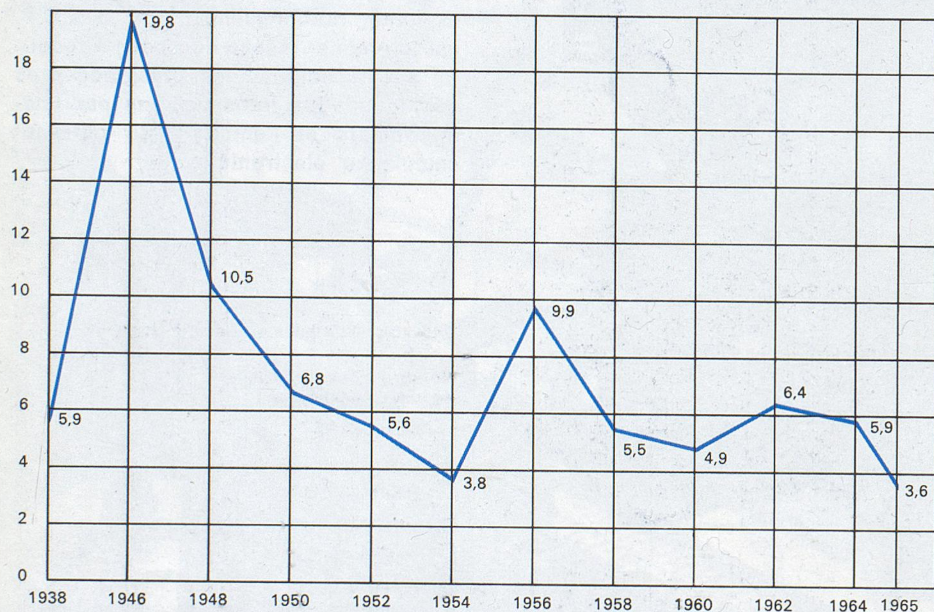
- Moins de 1 000
- Entre 1 000 et 1 500
- Entre 1 500 et 2 000
- Entre 2 000 et 2 500
- Entre 2 500 et 3 000
- Plus de 3 000



30. Exactitude des trains rapides et express. Moyenne annuelle des pourcentages de retards de 15 minutes et plus, sur l'ensemble des lignes de la S.N.C.F.



31. Exactitude des trains de la banlieue de Paris. Moyenne annuelle des pourcentages de retards de plus de cinq minutes.



32. Exactitude des trains de messageries (Régime Accéléré). Moyenne annuelle des pourcentages de retards de plus de 30 minutes sur l'ensemble des lignes de la S.N.C.F.

Recherche scientifique et progrès technique

1. La S.N.C.F. possède différentes voitures-laboratoires permettant, suivant l'équipement dont elles sont munies, de relever automatiquement toutes les caractéristiques d'une voie, de mesurer les efforts du matériel roulant sur la voie et réciproquement, d'étudier le comportement des caténaires et des pantographes...

1



Recherche scientifique et progrès technique

Les progrès de toute nature accomplis par les chemins de fer français sont le fruit d'un important effort de recherche technique et même de recherche scientifique pure.

C'est ainsi, par exemple, que l'électrification en courant à 50 périodes a posé des problèmes de hautes mathématiques pour déterminer dans quelle mesure l'utilisation d'une seule phase du réseau général risquait de provoquer des déséquilibres graves dans ce dernier. De même la technique de la voie s'est largement transformée, grâce à l'emploi des longs rails soudés et d'attaches élastiques, après des études théoriques complexes et des essais de laboratoire prolongés.

Le chemin de fer moderne pose des questions nombreuses : stabilité des véhicules, freinage, applications des techniques de l'électronique aux installations les plus diverses et notamment à la signalisation, etc. qui font entrevoir la variété des problèmes à résoudre.

Les laboratoires dans lesquels ces questions sont étudiées peuvent prendre des formes très variées : forme traditionnelle de locaux dotés d'instruments de mesure appropriés, voitures spécialement équipées, constituant de véritables laboratoires roulants, et même installations d'essai en vraie grandeur, temporaires ou définitives.

C'est ainsi que l'électrification de la section de ligne d'Aix-les-Bains à La Roche-sur-Foron a constitué un véritable banc d'essai pour la traction en courant industriel dans laquelle les techniciens de la S.N.C.F. et l'industrie française occupent la première place.

Parmi les laboratoires à poste fixe, nous citerons :

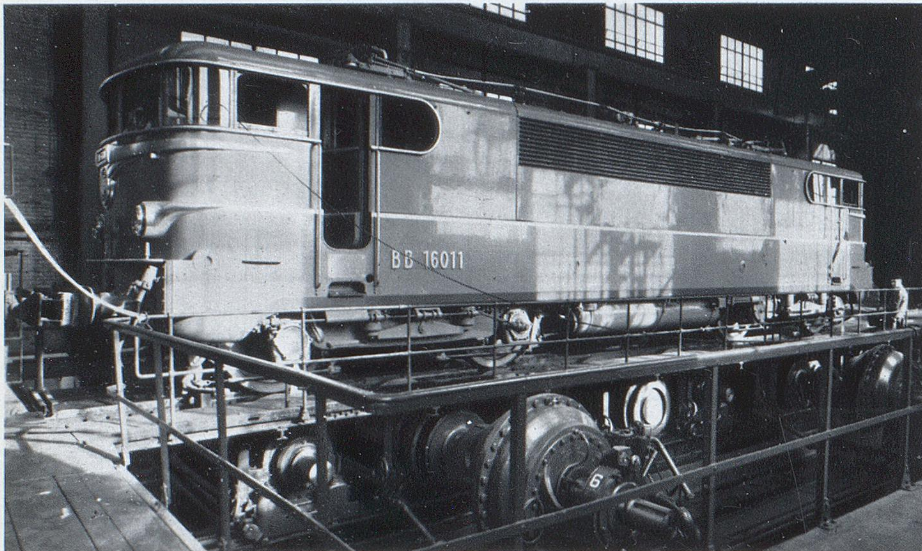
— le banc d'essai des locomotives à Vitry construit en 1933 ;

— le banc d'essai de compression des voitures, unique en Europe, mis en service en 1951 à Vitry également ;

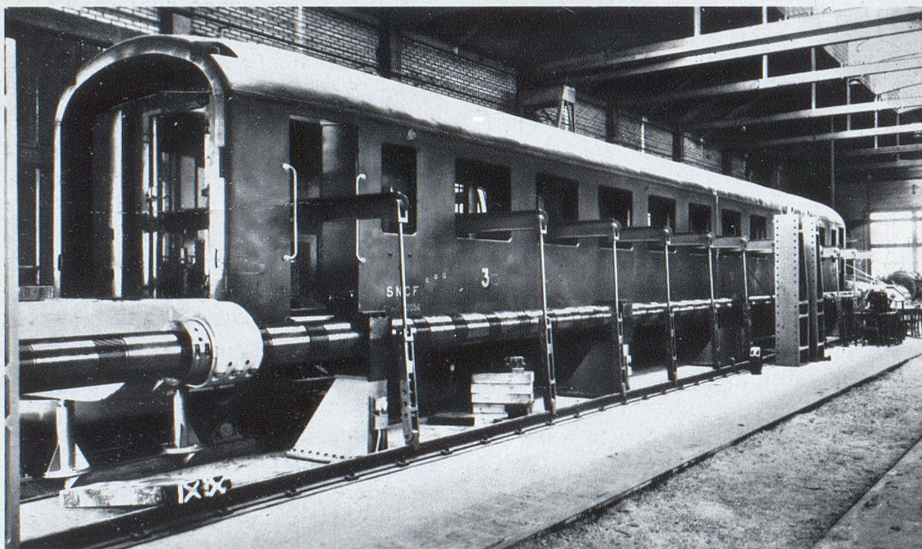
— le centre d'essais et recherches qui regroupe depuis 1964, à Saint-Ouen, l'ensemble des laboratoires et centres d'essais concernant la voie, les ouvrages d'art, les bâtiments, la signalisation.

Les voitures-laboratoires ont des rôles très variés : nous citerons les voitures dynamomètres pour la mesure des efforts de traction, la voiture pour l'étude des caténaires et des pantographes, la voiture enregistrant les contraintes et les vibrations de la structure des véhicules, la voiture enregistrant les efforts réciproques entre les organes de roulement et la voie (appareillage Mauzin), les voitures « Hallade » qui vérifient l'état de la voie, ainsi que les deux voitures d'auscultation des rails. Nous citerons, enfin, l'équipement d'un autorail léger pour l'étude des circuits de voie.

Les stations d'essais sur le terrain sont surtout utilisées pour les recherches concernant les installations fixes (voie et signalisation). De tels essais ne demandent pas un outillage permanent ou des bâtiments spéciaux, mais ils doivent tenir compte des circonstances atmosphériques (pluie, neige, brouillard, etc.). C'est pourquoi, dans le domaine de la voie, on est amené à réaliser des sortes de chantiers-laboratoires qui disparaissent généralement quand leur tâche est achevée.

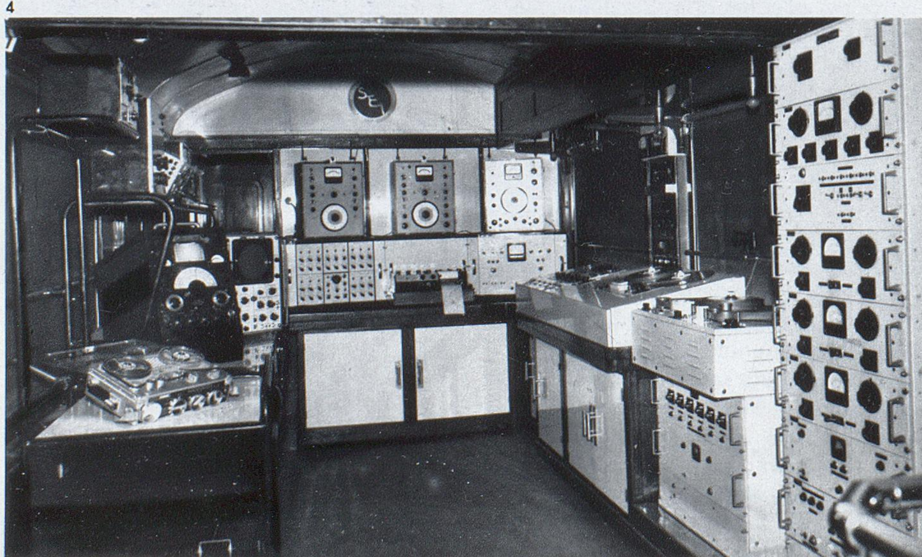


2

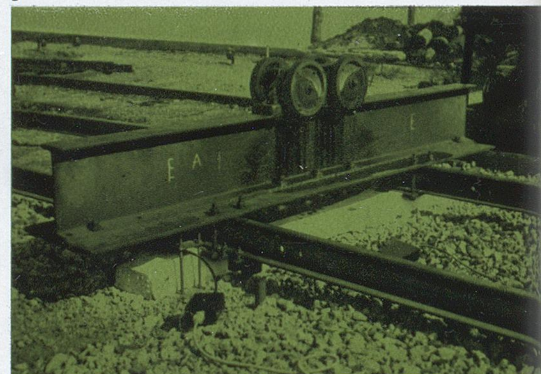


3

4



5



2. Au banc d'essai des locomotives de Vitry-sur-Seine, on étudie les principales caractéristiques des engins moteurs.

3. A Vitry également, un banc de compression, qui soumet les voitures à voyageurs et les wagons à marchandises à des pressions croissantes, permet l'étude de la résistance des matériels.

4. Voiture-laboratoire enregistrant les contraintes, les vibrations et le niveau des bruits en marche, afin d'améliorer l'insonorisation des voitures.

5. Dispositif pour l'étude de la résistance des attaches de rails.

L'électronique au service du chemin de fer

Il n'est pas question de faire ici une énumération complète des recherches ferroviaires ; mais il est une technique qui, tant par son extension aux domaines les plus variés que par ses applications souvent spectaculaires, mérite une mention spéciale : c'est l'électronique.

On l'a d'abord utilisée dans le domaine de la signalisation. Le problème de la constitution des « circuits de voie » a été en effet considérablement compliqué par l'adoption du courant industriel comme courant de traction, et par les « barres longues » qui ne permettent pas de placer aisément des joints isolants à l'endroit voulu. Grâce à l'électronique on peut construire des circuits dont la séparation est obtenue électriquement sans qu'il soit besoin de couper le rail.

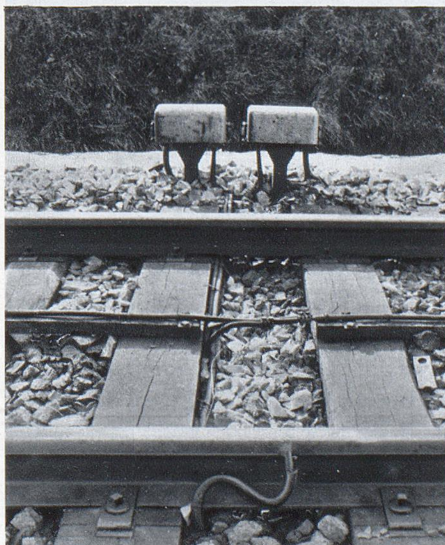
Les « commandes centralisées » telles que celles des lignes Dole-Vallorbe ou Epernay-Reims — postes d'aiguillage contrôlant non plus une gare mais une ligne entière — font appel à l'électronique qui permet la miniaturisation des multiples appareils de transmission et de contrôle nécessaires à de telles installations. La « programmation » des itinéraires des trains, c'est-à-dire la commande de plusieurs itinéraires qui sont emmagasinés et s'exécutent au fur et à mesure du passage des trains, est une application particulièrement intéressante de l'électronique.

Citons aussi, dans le domaine des télécommunications, la télécommande de locomotives de manœuvres dans certains triages et la liaison avec un train en marche : qu'il s'agisse du radio-téléphone permettant aux voyageurs des 6 trains d'affaires sur Paris-Lille de communiquer avec le réseau téléphonique général ou de l'installation reliant le Régulateur des trains de la ligne Dole-Vallorbe avec les mécaniciens « en ligne ».

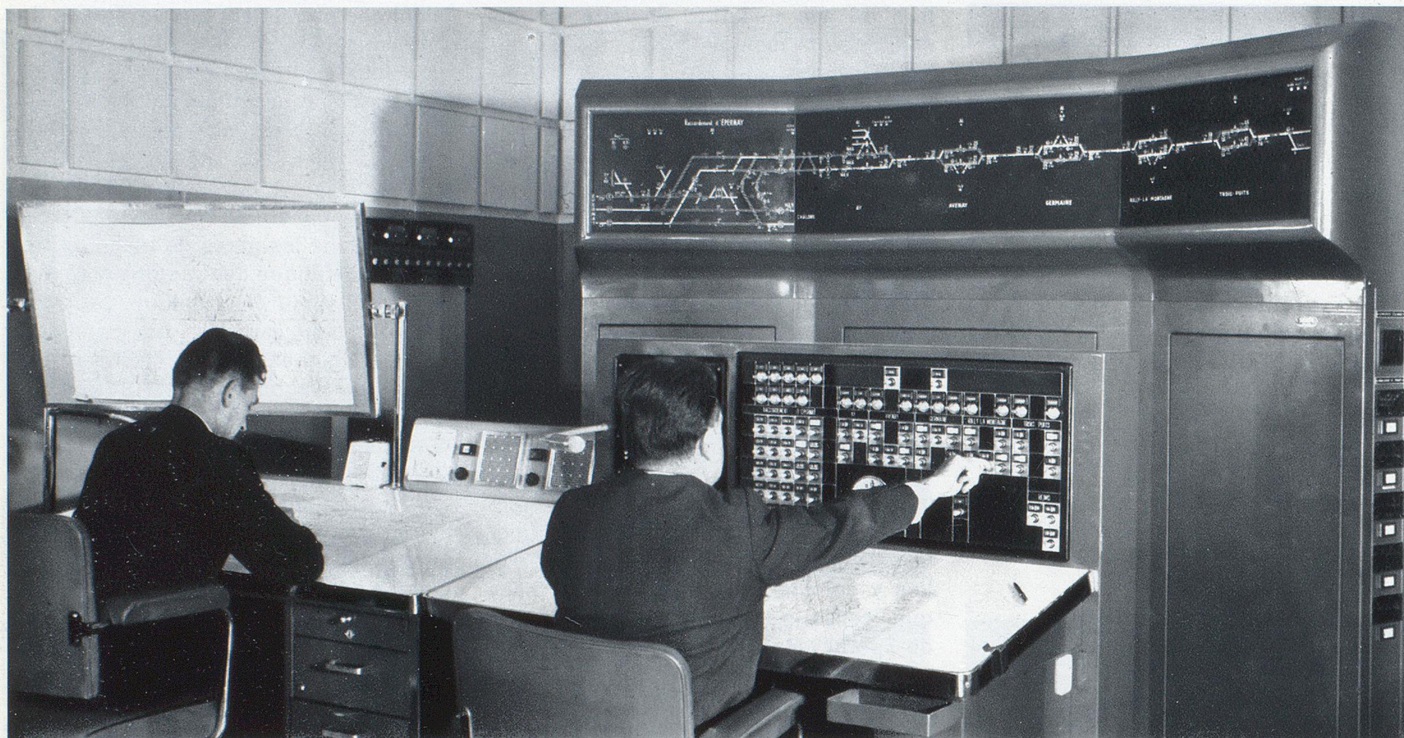
La S.N.C.F. étudie la possibilité de réaliser dans les gares de triage un freinage automatique des wagons au moyen d'un calculateur électronique. Le calculateur, tenant compte des conditions météorologiques, du coefficient de roulement du wagon, de l'état de remplissage de la voie de destination, etc., détermine exactement la vitesse à laquelle le véhicule débranché doit sortir de la zone de freinage et commande automatiquement l'action du frein en conséquence.

C'est à l'électronique que l'on demande de détecter le patinage des essieux des locomotives électriques et de doser l'effort de traction en conséquence. Régler cet effort de manière à obtenir et à maintenir une vitesse donnée avec une dépense d'énergie minimale est maintenant chose faite pour les automotrices électriques et certaines machines de vitesse utilisant le courant alternatif 25 000 volts. Le conducteur dispose d'un simple manipulateur gradué en km/h grâce auquel il « choisit » la vitesse à obtenir et à conserver et le régulateur électronique fait le reste, dose l'effort de traction ou règle le freinage en fonction de la vitesse choisie. Ce système permettrait d'adapter la locomotive à toute utilisation automatique ultérieure : commande par ondes hertziennes ou par

6



6. Sur les lignes équipées de rails soudés de grande longueur, on utilise des circuits de voies dont la séparation est obtenue électriquement sans qu'il soit nécessaire de couper le rail.



7

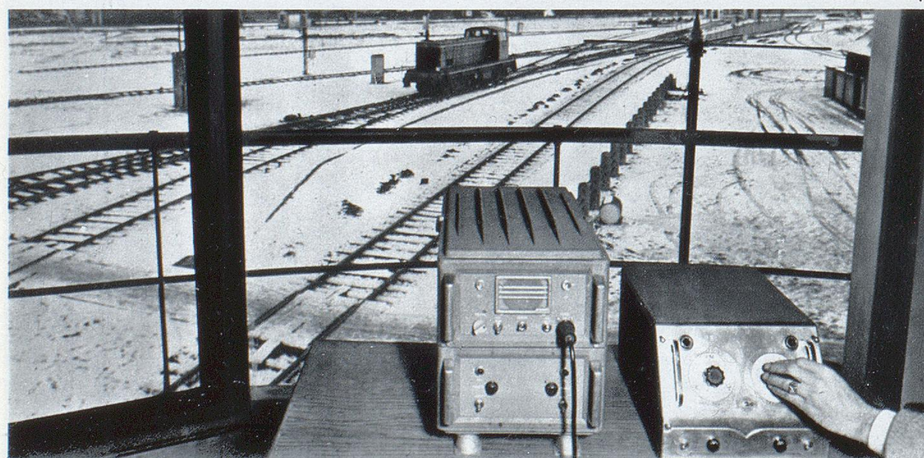


8 9



10

11



7. Dans certaines « Commandes Centralisées de la Circulation » dont dépendent aiguilles et signaux d'une section de ligne, on peut enregistrer, dans une mémoire électronique, plusieurs itinéraires différents qui se réaliseront au fur et à mesure du passage des trains.

8-9. Les voitures-bars des trains rapides de la ligne Paris-Lille sont équipées d'un poste émetteur-récepteur et d'une cabine téléphonique Des stations-relais réparties le long de la ligne mettent le train en relation avec un « central » téléphonique à Paris.

10. La télévision permet la surveillance à distance des quais d'une grande gare ou d'un passage à niveau.

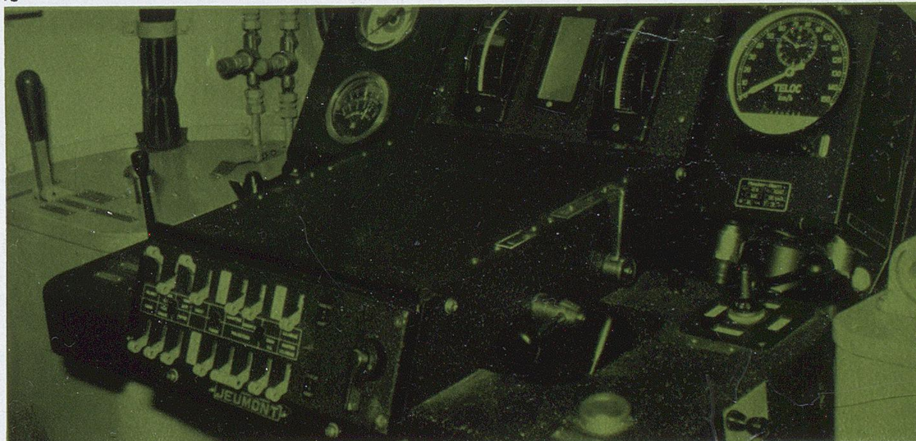
11. Dans certaines gares de triage, des locomotives télécommandées exécutent les ordres qui leur sont donnés depuis le poste de débranchement du triage.

le rail ou bien « programmation » de la marche du train, le mécanicien se bornant à en contrôler l'exécution et n'intervenant que pour effectuer les corrections nécessaires — en cas de retard par exemple.
Nous pourrions citer encore de nombreuses applications de l'électronique allant de la surveillance de passages à niveau ou de quais de gare par la télévision à la régulation du chauffage des voitures, en passant par la détection du chauffage anormal des essieux des wagons. Les études en cours intéressent des domaines aussi divers que la location des places, l'annonce automatique des trains aux Régulateurs ou la reconnaissance automatique des wagons.
Il est cependant un domaine où l'électronique joue un rôle déterminant : celui du « traitement de l'information ». La S.N.C.F. utilise plusieurs équipements électroniques de gestion et notamment un ensemble électronique qui permet, en liaison avec des ateliers mécanographiques installés dans les principaux centres ferroviaires, de réaliser de multiples opérations telles l'établissement de la solde du personnel, le paiement des prestations maladies de la Caisse de Prévoyance, etc. Il permet, en outre, de nombreux travaux de recherche opérationnelle d'un grand intérêt et d'une extrême complexité dans une entreprise aussi importante que la S.N.C.F.
Afin d'intensifier encore les activités dans ce domaine, la S.N.C.F. a créé, en 1966, un Service de la Recherche plus particulièrement chargé de l'orientation générale des travaux des établissements spécialisés et des études à long terme.

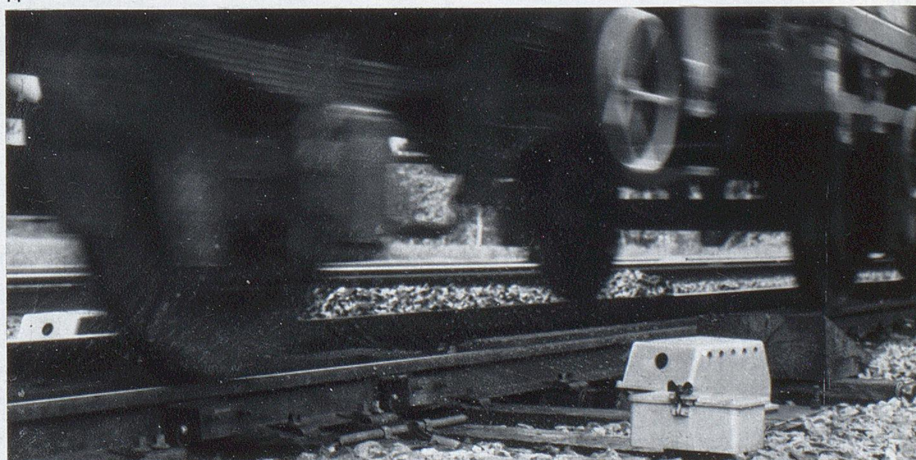
12



13



14



12. Sur la ligne Dole-Vallorbe, les mécaniciens des locomotives électriques sont en liaison radio-téléphonique avec le « Régulateur » de la ligne, installé à Dijon.

13. Sur les plus récentes locomotives et automotrices électriques à courant alternatif, le conducteur dispose d'un simple manipulateur-graduateur grâce auquel il choisit la vitesse à atteindre et à maintenir. Un régulateur électronique dose l'effort de traction ou règle le freinage en fonction de la vitesse choisie.

14. Pour détecter le chauffage anormal des essieux des véhicules, on utilise, le long des voies, des dispositifs électroniques qui mesurent l'intensité du rayonnement infrarouge émis par les essieux et qui signalent les anomalies à une gare située en aval.

15



La mise au point de l'électrification en courant industriel par les services d'études de la S.N.C.F. a été suivie à l'étranger avec intérêt, et ses excellents résultats ont incité des pays aussi différents que la Grande-Bretagne, la Russie, l'Inde ou le Japon à adopter cette nouvelle formule de traction électrique. Plusieurs pays étrangers, dont l'Inde, ont choisi la S.N.C.F. comme conseiller technique pour l'électrification de leurs voies ferrées. D'une façon plus générale, des centaines d'ingénieurs étrangers viennent chaque année visiter installations et matériels de la S.N.C.F., tandis que quelques-uns de ses meilleurs ingénieurs sont sollicités pour des missions d'assistance technique dans des pays voulant rénover leur chemin de fer ou construire des lignes nouvelles. C'est sous le couvert de « Sofrérail » — Société Anonyme qui a été constituée en 1957 pour faciliter l'expansion de la technique ferroviaire française et dans laquelle la S.N.C.F. a une large participation — que s'effectuent la plupart des missions d'assistance technique de la S.N.C.F.

16



15. Un « ensemble électronique de gestion » installé à Paris effectue, outre des travaux de recherche opérationnelle, de nombreuses opérations intéressant l'ensemble de la S.N.C.F., telles que l'établissement de la solde du personnel, la fourniture de statistiques...

16. Les plus récentes locomotives électriques et diesel de la S.N.C.F. sont équipées de pupitres de conduite fonctionnels.

Sur les 160 postes de signalisation entièrement électriques à boutons d'itinéraires de la S.N.C.F., le plus important est celui de la Gare de l'Est à Paris dont la zone d'action s'étend sur 8 km et qui peut commander 629 itinéraires différents.



Le « train autos couchettes » transporte, de nuit, voyageurs et automobiles sur des distances de 700 à 1 000 km.



L'action commerciale

1. La S.N.C.F. transporte chaque jour, sur les lignes de la banlieue parisienne, un million de voyageurs, dont près de 400 000 passent par la gare Saint-Lazare.

1



L'action commerciale

Le Chemin de fer, entreprise nationale, doit offrir à sa clientèle le meilleur service au plus juste prix. Si le technicien est qualifié pour résoudre les problèmes, c'est au « commerçant » qu'il appartient de les poser. De plus, les services commerciaux de la S.N.C.F. doivent s'efforcer de développer le trafic, afin de réduire le prix de revient et de fixer pour ce trafic les tarifs les plus rémunérateurs. La tâche des « commerçants » n'est point aisée, car le Chemin de fer se trouve dans la situation exceptionnelle d'un « service public concurrencé », qui reste soumis en particulier à l'obligation de transporter, ce qui l'astreint à entretenir, à longueur d'année, un équipement permettant d'assurer les pointes de trafic et de traiter le client occasionnel de la même façon que le client fidèle.

Aussi le rôle des services commerciaux apparaît-il assez ardu puisqu'il leur appartient, par des mesures tarifaires appropriées, de défendre un trafic très concurrencé et en même temps de fournir au Chemin de fer les recettes dont il a besoin. L'établissement des tarifs n'est d'ailleurs qu'un des problèmes qu'ils ont à résoudre ; ils doivent aussi s'attacher à garder un contact permanent avec la clientèle pour la conserver et la développer. Ils font connaître les services du rail et diffusent une publicité usant des procédés les plus modernes, depuis le tract ou l'horaire distribué à domicile, jusqu'au film et à la radio, en passant par les affiches, les dépliants, les expositions, etc. Le champ d'action de ces services commerciaux est extrêmement vaste et varié.

L'action commerciale et le service des voyageurs

L'action commerciale se présente tout d'abord sous une forme étroitement liée à la technique de l'exploitation : vitesse, commodité des horaires, relations directes, facilités de toute nature pour le voyage par chemin de fer. Vient ensuite la question des tarifs.

Les tarifs

Les tarifs « voyageurs » présentent une grande variété : abonnements, carte demi-tarif, billet de famille, billet touristique, billet de groupe, billet de congé populaire, billet Bon Dimanche, etc. Nous n'en ferons pas ici la description, ni l'énumération complète. Pour faire connaître au public les tarifs et les horaires « voyageurs », la S.N.C.F. publie plusieurs documents : une brochure « Trains d'affaires » notamment. Notons que le prix de base kilométrique du chemin de fer est loin d'avoir suivi l'évolution des autres prix. En 1914 le journal coûtait 1 sou, le timbre d'une lettre 1 sou, de même que le prix de base kilométrique en 3e classe. Le journal et le timbre sont à 0,30 F, le prix de base kilométrique en 2e classe à 0,10 F seulement.

Parmi les tarifs créés récemment, rappelons celui applicable au transport des automobiles dans les trains autos couchettes. Ces trains répondent, on l'a vu, au désir des possesseurs d'automobiles de ne pas se dessaisir de leur voiture en voyage, mais ils leur évitent surtout la fatigue de la conduite tout en leur permettant de gagner du temps sur les longs parcours. Les services autos couchettes sont très appréciés de la clientèle, comme en témoigne le développement constant de ce trafic. En 1966, les trains autos couchettes ont transporté 89 000 autos et près de 228 000 voyageurs.



2



3

4



2. Sous l'égide du Ministère de l'Education Nationale, des milliers de jeunes utilisent chaque année le train pour de courts voyages d'études à l'étranger.

3. Intérieur d'une voiture de 1re classe.

4. Dans les grandes gares, les voyageurs ont toujours à leur disposition un bureau de renseignements.

5

6



5-6. En 1966, 228 000 voyageurs avec 89 000 automobiles ont utilisé les trains autos couchettes.

Les services complémentaires et terminaux

Pour offrir le maximum de commodités aux voyageurs, la S.N.C.F. s'est attachée à développer les services complémentaires du chemin de fer. C'est ainsi que dans 540 villes de France, sur un simple coup de téléphone, les bagages sont enlevés ou livrés à domicile ; ils font ainsi le voyage de « porte à porte » sans que les voyageurs aient à s'en préoccuper. De même la S.N.C.F. s'est efforcée de faciliter au maximum la préparation du voyage en développant largement la location par correspondance : il suffit d'écrire à la gare et le ticket est envoyé par la poste. On peut aussi louer par téléphone dans de nombreuses villes. La S.N.C.F. a aussi organisé le « Service complet » qui permet, en s'adressant aux agences de voyages les plus importantes, de se procurer en une seule fois, pour des trajets aller et retour, des billets, des tickets de location, des tickets de wagon-restaurant, des couchettes ou des places de wagons-lits et, si on le désire, une voiture sans chauffeur à l'arrivée.

Enfin, les efforts pour faciliter aux clients les parcours terminaux ont pris deux formes bien adaptées aux différents besoins. D'une part, des accords avec les meilleures entreprises de cars françaises permettent au voyageur de prendre un billet direct « fer et route » de bout en bout, avec enregistrement direct des bagages. D'autre part, comme nous l'avons vu à propos du « Service complet », le voyageur peut, dans 136 villes françaises, trouver, à l'arrivée du train, une voiture sans chauffeur : c'est la formule « Train + Auto » qui s'étend à plusieurs autres grands pays européens.

Ainsi sont apportées des solutions aux problèmes pratiques que soulèvent les voyages et ces commodités expliquent que le train ait en France une clientèle fidèle et croissante.



7



8



9

7. A Paris, un poste central de renseignements téléphonés répond à toutes les questions concernant les transports de voyageurs et de marchandises.

8. Plus de 1 000 excursions en autocars sont organisées chaque année par les Chemins de Fer Français au départ de 160 centres touristiques.

9. A Paris et dans 135 gares de province, les voyageurs peuvent louer onze types différents de voitures sans chauffeur.

L'action commerciale et le service des marchandises

Pour le service des marchandises, l'action commerciale repose sur des bases différentes. Si, en effet, la concurrence de l'autocar porte généralement sur de courts trajets, il n'en est pas de même de celle du camion qui touche l'ensemble du territoire et les grandes distances. Cette concurrence a dominé l'évolution de la politique tarifaire de la S.N.C.F. dans les dernières années.

Les tarifs

Jusqu'en 1947, la tarification était fonction de trois données : la nature de la marchandise, la distance parcourue et la vitesse de transport. Les tarifs, identiques sur une grande artère bien équipée à ceux appliqués sur une petite ligne, étaient très au-dessus des prix de revient pour la première, mais souvent au-dessous pour la seconde. Cependant le monopole de fait du chemin de fer permettait un équilibre général des recettes « marchandises ».
Le camion, qui peut fixer ses prix d'après le coût de chaque transport, a pu librement concurrencer le chemin de fer lorsqu'il s'agissait de transports faciles, bien équilibrés ou de transports de marchandises coûteuses, réalisant ainsi un « écrémage » qualitatif et géographique. Le Chemin de fer a ainsi été conduit à adapter de mieux en mieux ses tarifs aux prix de revient. Pour cela, d'une

10. Le Chemin de Fer au service de l'industrie lourde.



part il a incité les expéditeurs à utiliser les wagons à pleine capacité en même temps qu'il accroissait la capacité de transport unitaire de ses wagons (le trafic en 1966 a augmenté de près de 150% par rapport à 1938 avec un parc de wagons inférieur d'environ 30 %), et d'autre part il a réalisé de profondes réformes tarifaires dont les deux dernières ont une importance particulière :

— la « pondération des distances », mise en vigueur le 1er octobre 1962, a instauré une distance « de taxation » obtenue en appliquant à la distance réelle un coefficient dépendant, pour chaque section de ligne, du prix de revient du transport sur cette section, et d'autant plus faible que le coût marginal de circulation est plus réduit ;

— la fixation des tarifs de transport des colis en fonction de leur prix de revient réel, en scindant les taxes afférentes aux parcours par fer et celles applicables sur les parcours terminaux routiers de ramassage et de distribution. Nous verrons plus loin les aspects techniques de cette organisation dite de « desserte en surface ».

Nous noterons également ici, comme pour les tarifs voyageurs, que le progrès de la technique ferroviaire a permis un abaissement considérable du prix du transport : depuis l'origine du chemin de fer, le prix du transport d'une tonne de marchandises à 1 km a diminué, en monnaie constante, de plus des deux tiers.

"Le porte à porte"

Le chemin de fer a aussi porté ses efforts sur le service de « porte à porte » qui représente pour le client une grande commodité. Sur le plan technique, on connaît d'abord la plus vieille et la plus complète solution du « porte à porte », l'embranchement particulier : 48 % du tonnage transporté par la S.N.C.F. utilisent un embranchement particulier aux deux extrémités tandis que 40 % l'utilisent seulement au départ ou à l'arrivée. Mais il existe d'autres systèmes de « porte à porte » ferroviaires : le container, la remorque rail-route, la remorque porte-wagon. En outre, la S.N.C.F. pratique la livraison d'office à domicile des colis.



11. L'embranchement particulier permet aux industriels et aux commerçants de recevoir les wagons à l'intérieur même de leurs établissements.

12. Les remorques rail-route sont transportées sur des wagons spéciaux.

13. Le container est une solution très répandue du « porte à porte ».

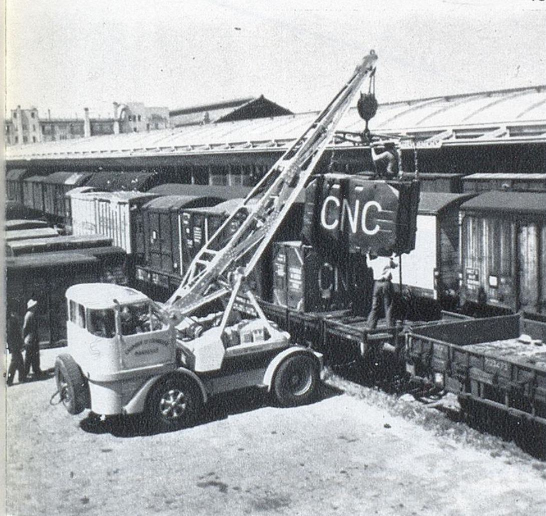
14. Les remorques porte-wagons permettent le transport par la route des wagons destinés à un établissement qui ne peut être relié au rail par un embranchement particulier.

15. Les colis sont livrés à domicile dans un très grand nombre de localités.

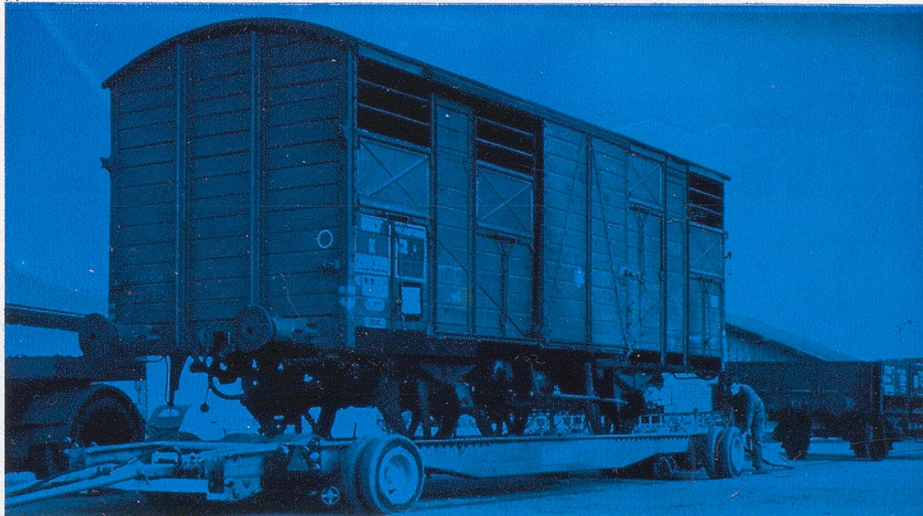


12

13



14



15



Les 'poids lourds express'

Un aspect particulier et récent de la « coordination technique » fer/route consiste dans le transport des camions, véhicules articulés routiers et semi-remorques ordinaires sur des wagons spéciaux. Ce nouveau procédé ne nécessite pas la spécialisation des véhicules routiers, d'où son grand intérêt. Le matériel ferroviaire utilisé est géré par la Société de Traction et d'Exploitation de Matériel Automobile (S.T.E.M.A.) dont les actionnaires sont, en majorité, des transporteurs routiers.

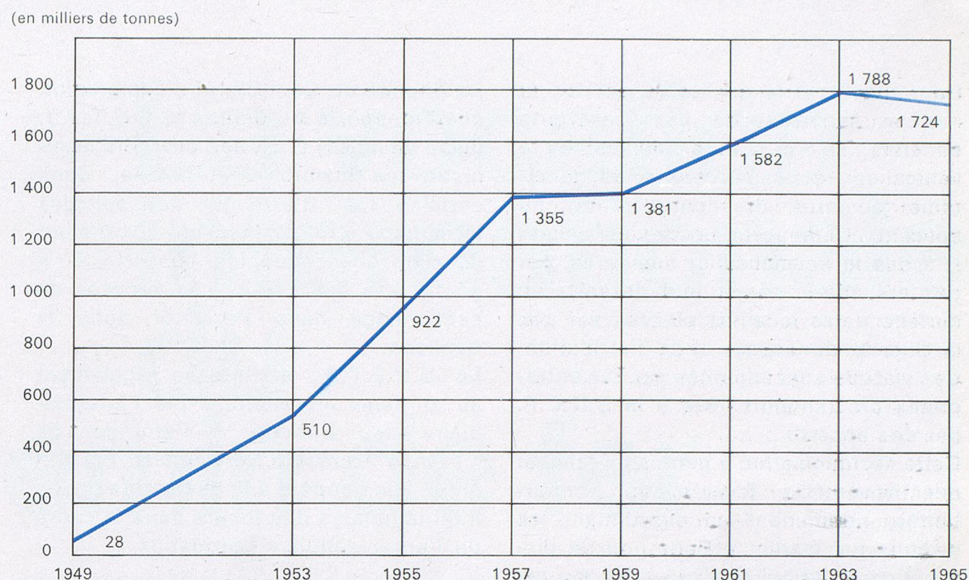
Cette technique de transport, exploitée effectivement depuis 1960, s'est développée rapidement. Actuellement, sont desservis, à partir de Paris, les centres de : Saint-Quentin, Lille, Le Mans, Bordeaux, Puyoo, Limoges, Toulouse, Lézignan, Lyon, Marseille, Montmélian, Avignon. En ce qui concerne le trafic international, trois gares sont d'ores et déjà équipées à Rotterdam, Bruxelles et Novare (Italie).

16. Les « Poids lourds express », constitués de wagons « Kangourou », transportent des semi-remorques routières sur des relations à l'intérieur de la France ou entre la France, la Belgique, les Pays-Bas, l'Allemagne et l'Italie.

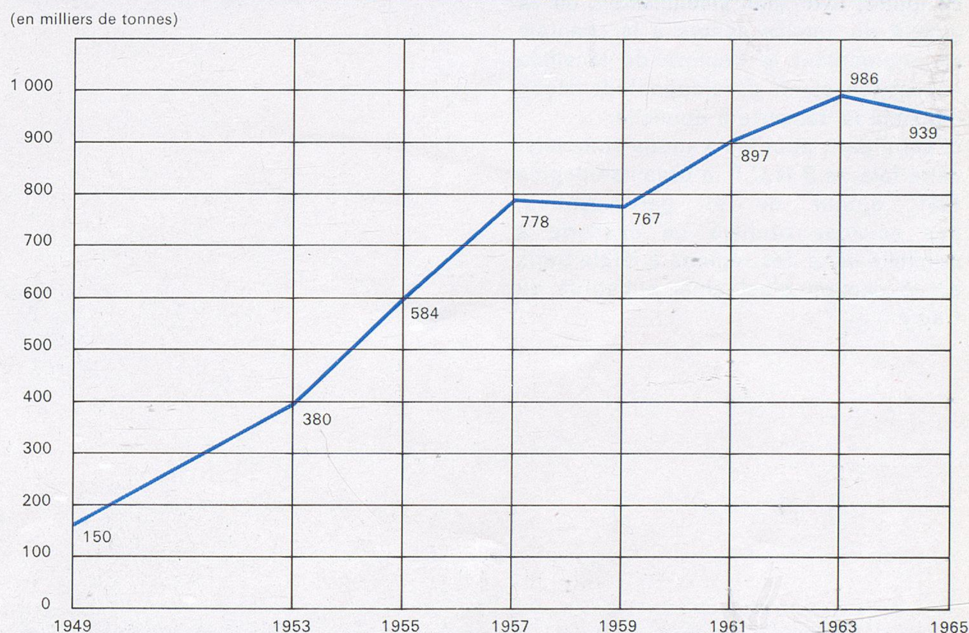
16



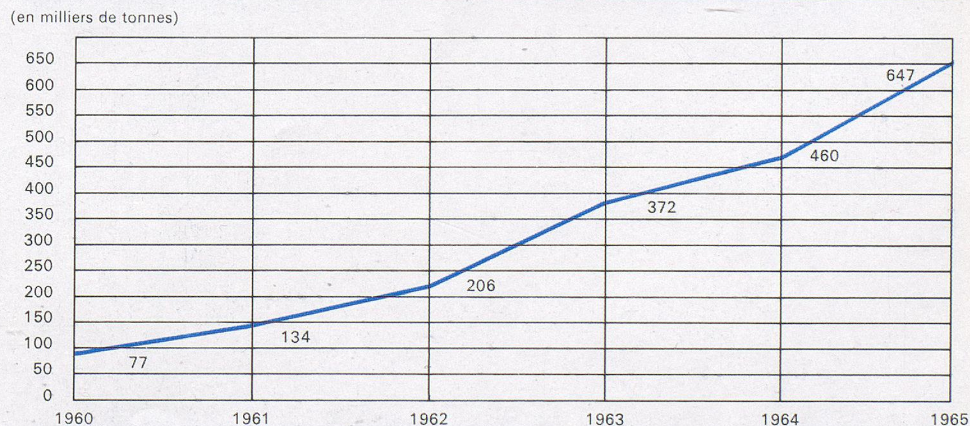
17. Trafic en containers C.N.C. (tonnage transporté).



18. Trafic en remorques rail-route (tonnage transporté).



19. Trafic S.T.E.M.A. (transport de véhicules routiers de types courants). Tonnage taxé (marchandises, plus tare des véhicules).



La 'desserte en surface' et les 'gares-centres'

Pour améliorer la qualité du service et assurer la rentabilité des transports de colis, la S.N.C.F. a été amenée à limiter aux échanges entre 186 gares, dites « gares de concentration du détail », le transport des colis par wagon et à pratiquer autour de ces gares, par des moyens routiers, la « desserte en surface » des localités placées sur des circuits de ramassage et de distribution. Ces circuits sont exploités par des entreprises de transport liées à la S.N.C.F. par des accords.

Cette réorganisation a permis de réaliser des économies d'exploitation importantes, notamment en supprimant les wagons qui étaient utilisés pour la distribution ou la collecte des colis sur les parcours terminaux. Elle s'est traduite, en outre, par une amélioration de la qualité du service assuré à la clientèle en augmentant le nombre de localités desservies et en développant de façon sensible la desserte à domicile.

D'autre part, pour les wagons complets, cette fois, la S.N.C.F. a organisé depuis 1951, autour de 91 gares-centres, des services routiers de desserte à domicile dans des régions à faible trafic où le camion s'est ainsi substitué au train.

La SCETA

La Société de Contrôle et d'Exploitation des Transports Auxiliaires (S.C.E.T.A.), filiale de la S.N.C.F., a la charge d'organiser, de contrôler et même, dans certains cas, d'exploiter des services terminaux, prolongeant ou complétant ceux du chemin de fer. La S.N.C.F. a confié à la S.C.E.T.A. ses services de camionnage dans Paris et dans la banlieue.

La S.C.E.T.A. s'intéresse également au tourisme international par l'intermédiaire des Bureaux à l'étranger de « France Tourisme Service » (F.T.S.) et enfin, elle coopère à la gestion de lignes internationales d'autocars dans le cadre de l'organisation « Europabus ».

La vocation internationale du chemin de fer

1. Les Trans-Europ-Express assurent des liaisons rapides entre 100 villes d'Europe. On voit ici, sur une ligne française, le « Cisalpin » constitué avec un matériel suisse et qui relie Paris à Milan en 8 heures à 103 km/h de moyenne.

1



La vocation internationale du chemin de fer

Le chemin de fer est par vocation un moyen de transport à l'échelle du continent. Ses fondateurs l'ont parfaitement compris puisque la plupart des Réseaux ont adopté le même écartement de voie, et que la conférence des horaires, dont nous avons déjà parlé, date de 1872. Dès 1885 est fondée l'Association Internationale du Congrès des Chemins de Fer, qui groupe actuellement 32 gouvernements, 12 organismes ferroviaires et 100 administrations de chemin de fer. En 1890 est signée la Convention Internationale Marchandises et en 1922 est créée l'Union Internationale des Chemins de fer (U.I.C.) groupant les Réseaux de 43 pays dont 25 en Europe. L'Europe est donc pour le Chemin de fer une très vieille affaire.

L'ensemble des réalisations qui ont précédé la guerre de 1939-1945 avait, à proprement parler, un caractère plus « international » qu'« européen ». Au lendemain de la deuxième guerre mondiale, la nature même des relations entre les divers réseaux change, car la multiplicité des problèmes posés par les conséquences de la guerre fit bientôt apparaître la nécessité d'une collaboration plus étroite. Sous l'égide de l'U.I.C., d'importantes réalisations européennes ont vu le jour, sur lesquelles nous donnons ci-après quelques détails.

L'Office des Recherches et Essais (O.R.E.), qui est chargé d'effectuer des études et recherches pour l'ensemble des réseaux, s'est notamment occupé de la standardisation de la construction du matériel roulant. La mise en commun des recherches et du choix des matériels permet de passer à l'industrie des commandes plus importantes et conduit à un abaissement sensible des prix de revient. Pour financer ces commandes, les Réseaux ont créé la Société EUROFIMA (Société Européenne pour le Financement du Matériel Ferroviaire) au capital de 50 millions de francs suisses et groupant 14 administrations de chemin de fer.

Sans attendre la naissance du wagon Européen, les Réseaux ont mis en commun en 1953, 152 000 wagons, appartenant à 10 Administrations, choisis parmi les types les plus récents, et qui portent désormais la marque « Europ ». Ce pool « Europ » a permis de réduire les parcours à vide du trafic international de 50 %. Le pool comprenait au début de 1966, 217 000 wagons (89 000 wagons couverts et 128 000 tombereaux).

Une étape importante dans l'amélioration du rendement du matériel à marchandises, sur le plan international, a été franchie avec l'établissement du marquage uniforme des wagons. La codification qui a été adoptée et qui est en cours de réalisation, est le support de l'introduction de la cybernétique dans l'exploitation ferroviaire. La mise au point d'un attelage automatique commun à tous les pays d'Europe en remplacement de l'attelage à vis est actuellement l'une des tâches les plus importantes de l'U.I.C.

Pour le service des voyageurs, les Réseaux Européens ont mis sur pied en 1957 un ensemble de trains rapides de jour reliant les grands centres européens. Ce service dénommé T.E.E. (Trans-Europ-Express) est assuré par des trains électriques et diesel appartenant aux différentes administrations participantes mais répondant tous à des normes de rapidité, de confort et de présentation spéciales à ce service. Parallèlement, des « Trans-Europ-Express-Marchandises » (T.E.E.M.) ont été créés en 1961 pour assurer des relations régulières et rapides entre 18 pays européens.

Les services proprement ferroviaires sont complétés par de nombreux circuits touristiques d'autocars dénommés « Europabus » qui permettent aux touristes de voyager dans des conditions de confort homogènes du Cap Nord à Algésiras. A l'intention des touristes américains a été créé un billet européen dénommé « Eurailpass » qui constitue une véritable carte d'abonnement valable sur l'ensemble des Réseaux des Administrations participantes.



2



3



4

5



2. Les Trans-Europ-Express-Marchandises transportent entre 18 pays d'Europe des marchandises nécessitant un acheminement rapide.

3. Depuis 1953, dix réseaux de l'Europe occidentale ont mis en commun plus de 200 000 wagons choisis parmi les types les plus récents. C'est ce qu'on appelle le pool « Europ ».

4. Dans le cadre de l'Union Internationale des Chemins de Fer, les réseaux européens viennent d'adopter un mode de marquage uniforme de leurs wagons.

5. Afin d'éviter, à la frontière franco-espagnole, les transbordements nécessités par la différence d'écartement des rails, la TRANSFESA a fait construire des wagons à essieux interchangeables.

Des rames automotrices diesel rapides circulent sur des lignes où le trafic des voyageurs ne justifie pas la mise en route d'un train.



Un sous-chef de gare donne le signal de départ.



Le personnel



Le personnel

Nous avons démonté les rouages de notre horloge. Il faut maintenant la remonter et rétablir le lien entre ses multiples organes. Ce lien, c'est l'homme, le cheminot, dont nous avons bien peu parlé jusqu'ici.

L'organisation de la SNCF

Cette « armée », de quelque 350 000 hommes, ne saurait être dirigée sans une organisation, complexe certes, mais cependant clairement et solidement charpentée.

Sous la haute autorité du Président du Conseil d'Administration, la Direction Générale, avec le Secrétariat Général, anime et coordonne l'ensemble du service sur le plan national. Le Directeur Général est assisté de sept Directeurs chargés respectivement de la Direction du Personnel, du Mouvement, du Matériel et de la Traction, des Installations Fixes, des Etudes Générales, du Commercial et des Approvisionnements ; le Secrétaire Général dirige notamment les Services Financiers. Quant au réseau, il est divisé en 6 Régions (Est, Nord, Ouest, Sud-Ouest, Sud-Est, Méditerranée) ayant chacune à leur tête un Directeur. Chaque Région est divisée en 3 services : Exploitation, Matériel et Traction, Voie et Bâtiments, dont chacun comprend de 4 à 9 Arrondissements qui assurent la direction à l'échelon local.

Le statut du personnel

L'importance de l'entreprise que représente le chemin de fer conduisit de bonne heure à fixer par un statut — véritable convention collective avant la lettre — les droits et devoirs de chacun. Ce statut définit les règles applicables en matière de recrutement, d'avancement, de congés, de discipline, de représentation du personnel aux divers échelons de la hiérarchie, etc. Des comités mixtes et des comités d'activités sociales permettent au personnel de faire entendre sa voix dans toutes les questions qui le concernent et de porter ses desiderata et ses suggestions à la connaissance de l'échelon hiérarchique intéressé.

Les agents du cadre permanent sont affiliés à un régime de Sécurité Sociale spécial à la S.N.C.F., qui se substitue au régime de droit commun pour ce qui concerne l'ensemble des risques, à savoir :

— le risque vieillesse-invalidité,
— le risque maladie-maternité-décès,
— le risque accidents du travail-maladies professionnelles,
— les prestations familiales.



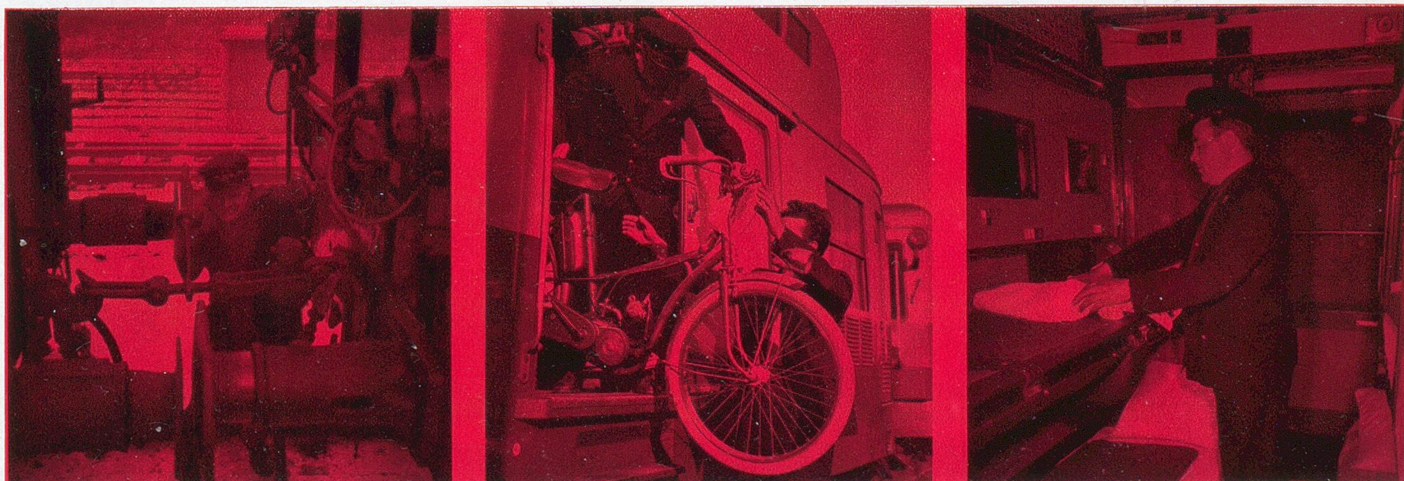









SNCF



La gestion du personnel

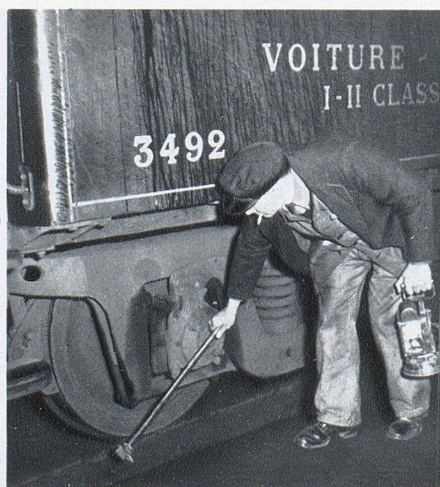
Par une adaptation continue, l'effectif des cheminots, qui était de 514 000 en 1938, a pu descendre à 350 000 en 1966 malgré une augmentation de trafic de 74 % pour les voyageurs et de 142 % pour les marchandises.

Cet accroissement sensible de la productivité est dû essentiellement au perfectionnement des techniques et des méthodes d'exploitation qui a permis en même temps d'alléger la peine des hommes et d'humaniser le métier. Le conducteur électricien, le conducteur d'autorail ont un métier moins pénible que le chauffeur et le mécanicien des locomotives à vapeur. Et même sur celles-ci l'emploi du stoker ou l'usage du mazout a aussi considérablement amélioré les conditions de travail. Il en est de même dans bien d'autres domaines. Mais cette modernisation, ce progrès social ont entraîné dans l'immédiat, pour tout le personnel, des changements de métier, d'habitudes et des déplacements rendus particulièrement délicats par la crise du logement. L'électrification fait fermer des dépôts ; la simplification de l'exploitation de certaines lignes, la concentration des triages entraînent des fermetures d'établissements secondaires.

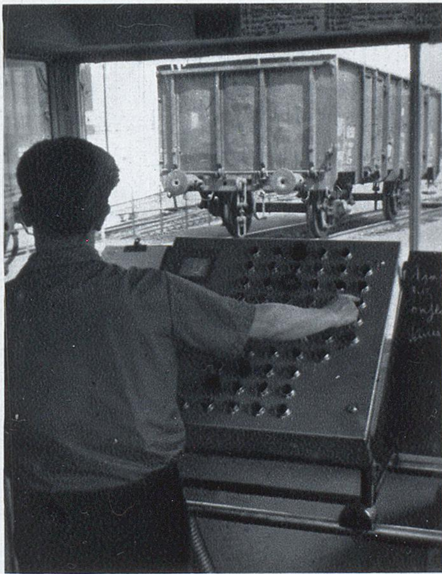
C'est un immense effort d'adaptation — sans doute unique en France — qu'ont fait la S.N.C.F. et les cheminots, au cours de ces dernières années.





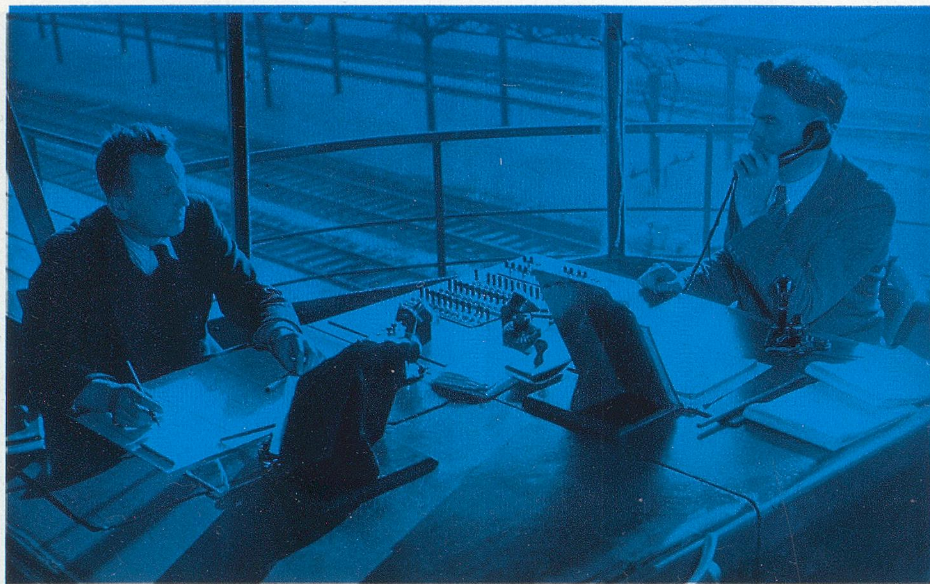




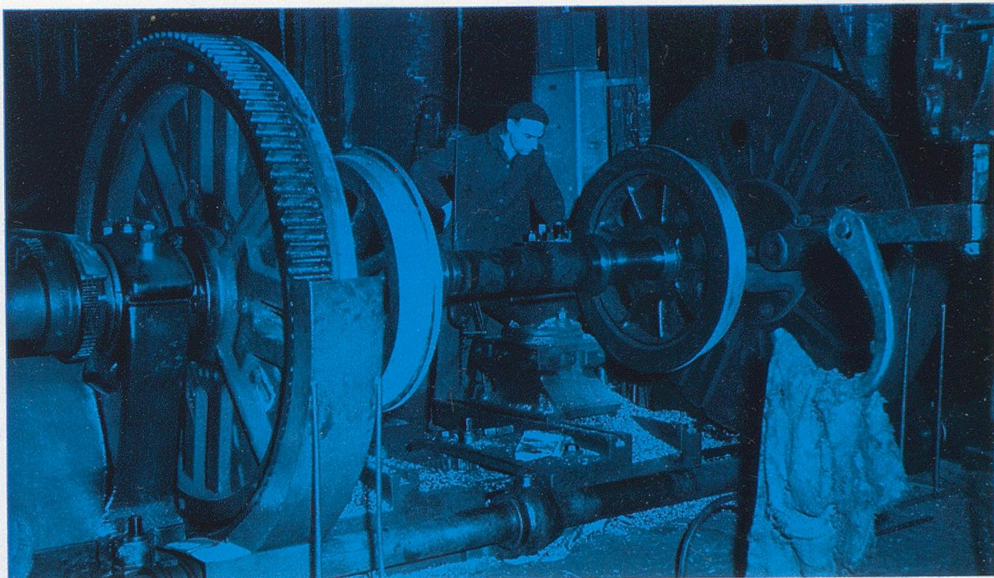





TRANS EUROP EXPRESS
TRANS EUROP EXPRESS

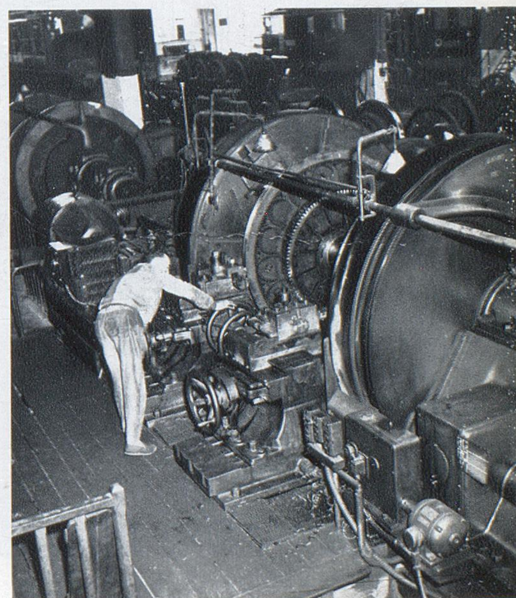


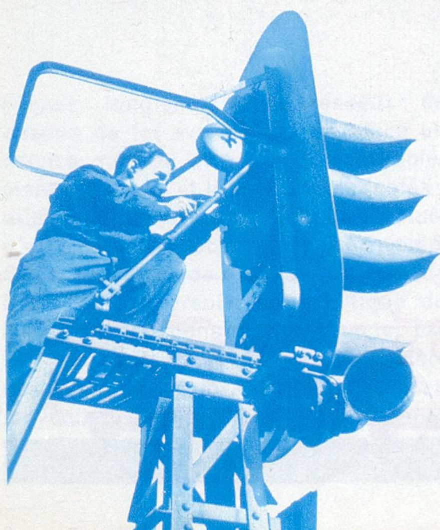










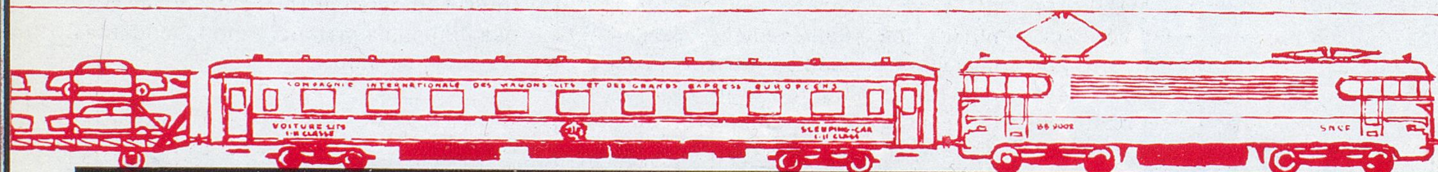




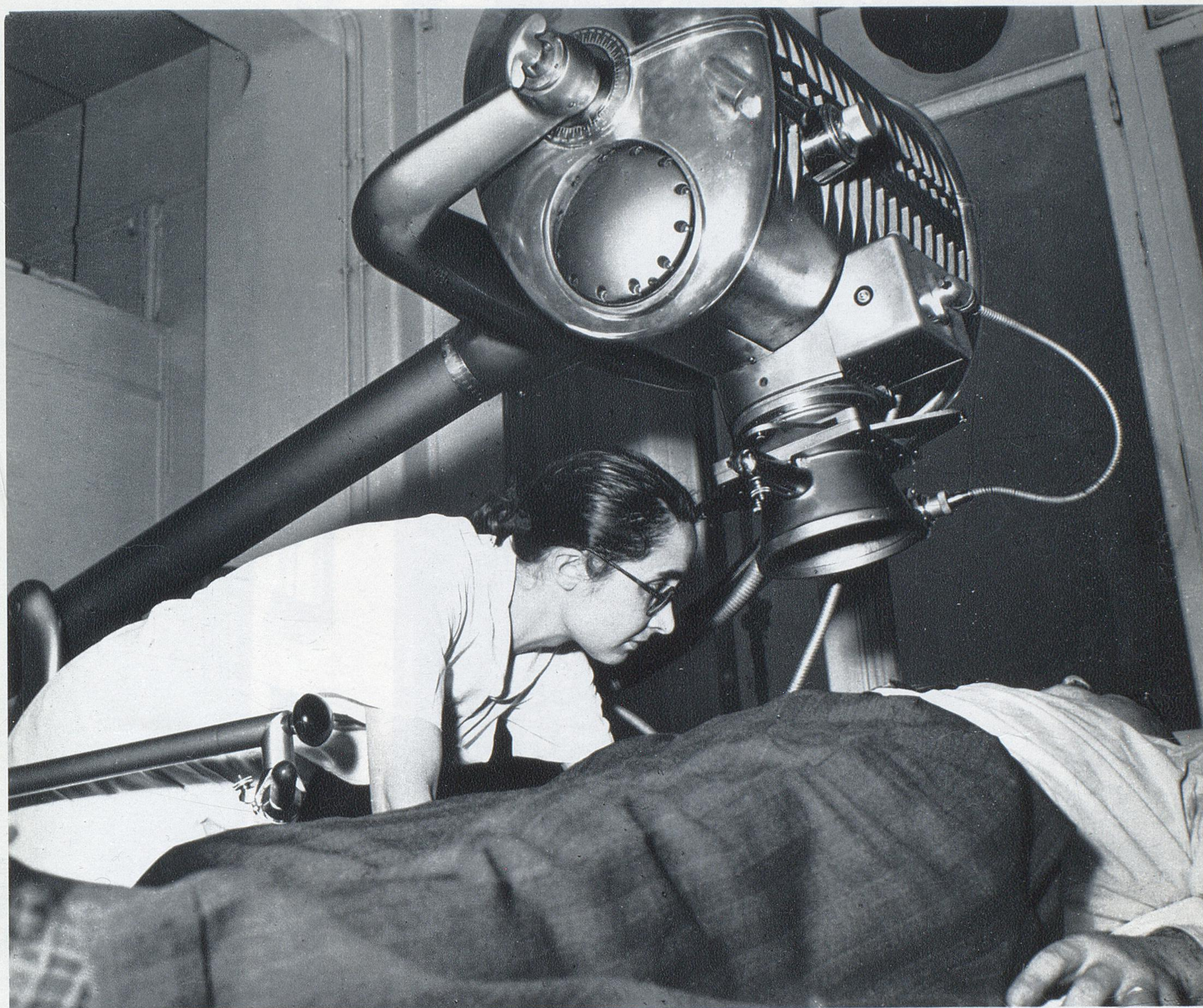







COMPAGNIE INTERNATIONALE DES WAGONS LITS ET DES GRANDS EXPRESS EUROPEENS
VOITURE LITS
SLEEPING-CAR
BB 9002
SNCF

L'organisation médicale et sociale



Depuis longtemps, les réseaux de chemin de fer avaient mis en place un service médical et social remarquablement organisé, et les « Surintendantes » existaient bien avant que leur nom actuel d'« Assistantes Sociales » ait été inventé.
Dans le cadre de l'action sociale, la S.N.C.F. a poursuivi une politique du logement, par construction directe, par l'intermédiaire de la Société Immobilière des Chemins de fer, et plus encore au moyen de participations aux constructions entreprises par des organismes publics ou des sociétés d'économie-mixte. Elle aide aussi par des prêts les agents qui désirent faire construire leur maison.
La S.N.C.F. a créé des colonies de vacances (mer, montagne ou campagne) qui reçoivent un nombre important d'enfants d'agents ; elle possède, en outre, des établissements permanents de caractère médical ou social qui permettent de répondre à un large éventail de besoins (sanatoriums, préventoriums, établissements médico-pédagogiques, maisons de repos pour adultes ou enfants) ; enfin elle a organisé des consultations d'orientation professionnelle, des consultations médico-psychologiques et des centres ménagers ; elle accorde de plus une aide financière à ses agents dont les enfants poursuivent des études onéreuses ainsi qu'à ceux qui se trouvent momentanément aux prises avec des difficultés matérielles indépendantes de leur volonté.









... Arrivés au terme de cette étude, on ne peut pas ne pas revenir sur la place éminente qu'a tenue et tient le chemin de fer dans la vie du pays.
C'est le chemin de fer qui a rendu possible la révolution industrielle moderne. Jusqu'en 1840, les campagnes vivaient sur elles-mêmes. Les villes vivaient sur la campagne environnante et pour le reste, elles étaient tributaires de la voie d'eau. Le bois, le fourrage, le blé, les matériaux de construction venaient par le fleuve et plus rarement par le canal, et les villes ne pouvaient exister qu'au bord de l'eau. A la fin du XVIII[e] siècle, Paris avait atteint des limites qu'il ne pouvait dépasser sous peine d'asphyxie, faute de bois de chauffage, de matériaux de construction, etc., les forêts de la haute Seine ayant été pillées.
... Trente ans après la naissance du chemin de fer, la population de Paris avait doublé.
Et il suffit de rappeler que le chemin de fer assure encore 55 % des transports de marchandises, que seul il peut résoudre le problème de la banlieue, des départs massifs de l'été ou des sports d'hiver, etc., pour faire comprendre que, s'il n'a plus l'exclusivité du transport terrestre, il reste un « outil national » par excellence.
Sa place dans l'économie nationale ne se mesure pas seulement au volume des transports. Le chemin de fer, pour ses besoins propres, est sans aucun doute le plus gros client de l'industrie française et, à ce titre, tous les Français sont intéressés à sa rénovation. Le programme de modernisation du rail et la qualité de ses réalisations ont placé la construction ferroviaire française à la tête du progrès et ouvert ainsi à notre industrie d'importants débouchés. Si la France vend des locomotives électriques et diesel à l'étranger, n'est-ce pas grâce aux qualités de vitesse et d'endurance qu'elles ont montrées sur nos voies ? Et la France exporte aussi des voitures, des rails et divers autres matériels.
On peut aussi mesurer l'importance du chemin de fer dans la Nation en songeant qu'il y a, en France, environ 350 000 cheminots qui, avec leur famille et les retraités, représentent une part appréciable de la population qui vit strictement du chemin de fer.
Ce terme générique de « cheminot », qui englobe d'ailleurs une foule d'activités si variées qu'aucun corps de métier n'en est absent, a cependant un sens bien à lui. Nulle masse d'hommes n'a un métier qui exige une plus grande confiance de l'individu dans la collectivité. « Métier d'homme », a dit le grand cheminot que fut Raoul Dautry. Cette attitude a une portée morale d'autant plus grande qu'elle n'est pas seulement indispensable à l'exécution des transports, mais à leur sécurité, c'est-à-dire que d'elle dépendent directement des vies humaines. Cependant, la discipline qui lie les hommes du rail les uns aux autres, comme les rouages d'une montre, n'est nullement imposée de l'extérieur car les cheminots en ressentent profondément la nécessité et ne la discutent pas. Bien plus, cette discipline étant la forme même par laquelle s'exprime toute activité professionnelle, loin d'émousser les réflexes, stimule l'esprit d'initiative. Ce point est essentiel, car dans le service du chemin de fer, les incidents sont fréquents et la sécurité exige qu'ils soient réglés par un personnel très au courant du métier et capable de s'adapter aux circonstances, plutôt que par un personnel assujetti à une réglementation trop rigide.
Cette discipline intérieure rend l'homme solidaire d'un groupe, le prépare à l'action et, parce qu'elle ne déforme pas sa personnalité, lui assure des satisfactions d'ordre supérieur ; elle se manifeste du

haut en bas de la hiérarchie, sous une forme assez particulière due tout d'abord à l'influence bienfaisante de la technique. Celle-ci place tous les membres d'une équipe sur un même plan, face à la machine ; il en résulte une fraternité, une communauté de vues qui, sans nuire à l'autorité, enlèvent au commandement tout rigorisme. L'équipe se constitue d'elle-même lorsque les hommes ont à obéir, moins à des volontés individuelles, qui peuvent paraître changeantes, qui peuvent être mal comprises (car les esprits n'évoluent pas tous de la même façon), qu'à un impératif d'ordre supérieur auquel ils se sentent également soumis.
Rouage d'une immense machine, dont le fonctionnement ne peut se concevoir que dans l'union de toutes les volontés pour la bonne marche du service — de ce service symbolisé par un horaire d'une stricte exigence — le cheminot s'est toujours distingué par son esprit de corps, sa conscience professionnelle, son sens de la solidarité.
L'Heure, la Sécurité, voilà les deux impératifs qui lient à leur tâche commune 350 000 cheminots qui doivent, chaque jour, à chaque heure, jouer leur rôle en parfait accord.
Si ces 350 000 cheminots, au lieu des 514 000 de 1938, peuvent assurer avec moins de locomotives, moins de wagons, dans de meilleures conditions de rapidité et d'exactitude, un trafic très supérieur à celui de 1938, c'est grâce, certes, à la valeur de l'organisation, mais aussi grâce au travail, à la conscience professionnelle, au dévouement du personnel qui, dans une technique en pleine évolution a su s'adapter toujours, de toute son intelligence et de toute son âme à toutes les situations nouvelles. C'est grâce à cet effort de tous que le chemin de fer a su promouvoir cette qualité de service dont il est fier, à juste titre, et dont il a fait son Drapeau.



Photographies de :
Babcock et Wilcox, Baydet, Bernier, Bru, Chuzeville, Dewolf, Fénino, M. François, Gasquet, Genest, M. G. Lafontant, N. Le Boyer, Marchand, Mazo, Méheux, Molina, J. Noël, Rapho (Doisneau, Larrier), V. Robert, S.N.C.F., Spirale, Viale, Vie du Rail, Viguier, Westinghouse

Éditions SJ Paris
Imprimé sur les presses des Imprimeries de Bobigny.
S.N.C.F. 1966 N° 32 — R. C. Seine 55 B 4944.
Printed in France for and by the French National Railways.

